PC Games Hardware
www.pcgameshardware.de ▪ www.pcghx.de
€ 5,99 | 03/2010
Österreich € 6,80 | Schweiz sfr 12,– | Holland/Belgien/Luxemburg € 7,–
4 195756 805996 03

SONDERHEFT

Ausgabe 03/2010

Overclocking-CD
Das Tuning-Kit: Tools, Videos und mehr als 1.000 PDF-Seiten PCGH Extreme

NEU!

PCGH extreme PC-Tuning-Bibel

PROFITIPPS: Machen Sie Ihren PC schneller + kühler + leiser!

CPUs beschleunigen

›› **Ausführliche Guides** So übertakten Sie Prozessoren von AMD und Intel einfach und sicher. **Plus:** CPU-Kerne freischalten ab S. 6

Grafikkarten übertakten

›› **Neue Tricks** Deutlich mehr Spieleleistung dank Spannungsmod und optimaler Kühlung ab S. 32

Wasserkühlung

Special auf 11 Seiten

›› **Mega-Test** Radiatoren, CPU- und GPU-Kühler geprüft – mit Tipps für Einsteiger ab S. 64

NFOTAINMENT
Datenträger enthält Lehr- oder Infoprogramme

›› Ab Seite 61

VGA-Kühlung

Wir testen die besten Kühler für Grafikkarten und prüfen den OC-Vorteil.

›› Ab Seite 76

OC bei Minusgraden

Was OC mit Trockeneis und Flüssigstickstoff bringt und wie gerfährlich es ist.

Overclocking

Verständliche Guides
Optimale Kühlung
Mit Erfolg übertakten

CD-INHALT: Special ›› PCGHX-Ausgaben als PDF Videos ›› OC-Tipps Tools ›› Optimal übertakten, Temperaturen im Blick

PALIT®
www.palit.biz
PALIT
3D GRAPHICS
ENGINE
Der Siegertyp!
Overclocking Edition
SONIC
Platinum
GeForce
GTX 460
Sonic Platinum 1024MB
17.5 % Schneller
2000/800MHz M/C Clock
Editor's choice
recommended
bit-tech
net
MUST HAVE
EDITOR'S
CHOICE AWARD!
TweakTown
Guru3D
Top Pick
HARDWAREHEAVEN
GOLD AWARD
HARDWAREHEAVEN
PERFORMANCE
AWARD
HARDWARELUXX
excellent hardware
LEGION
HARDWARE
PERFORMANCE
AWARD
PRODUCT OF THE WEEK
PC
mania
www.pcmania.bg
KICKASS
gameman's
choice
3DGAMEMAN.com
REKOMENDACJA
REALITYNET.PL
UNYDAJNOŚĆ
Outstanding!
TECHSPOT
GOOD
INNOVATION
GOOD
PERFORMANCE
GOOD
VALUE
GeForce
GTX 460
2048MB
256bit GDDR5
Ultimatives HD-Gaming Erlebnis
Overclocking Edition
SONIC
GeForce
GTX 460
1024MB
256bit GDDR5
Super OC-Potenzial
Overclocking Edition
SONIC
GeForce
GTX 460
768MB
256bit GDDR5
Der Einstieg ins 3D-Gaming

Editorial

In bester PCGHX-Tradition: So viele Overclocking-Anleitungen und Tipps für die optimale Kühlung gibt es in keinem anderen Heft.

Daniel Möllendorf
Redakteur PC Games Hardware

„Für einen OC-Rekord hat es leider nicht ganz gereicht, dafür hatten alle Übertakter jede Menge Spaß" – mit leuchtenden Augen erzählten mir die Kollegen begeistert von ihrem Wochenende auf der zweiten PCGH-EOS, der Extreme Overclocking Session. Übertakten ist eine Herausforderung und bei Hardware-Fans längst zum Volkssport geworden. Unseren Erfahrungsbericht zur EOS finden Sie auf Seite 73.

Wie in unserer Sonderreihe PC Games Hardware Extreme (kurz: PCGHX), die längst Kultstatus erreicht hat, finden Sie in unserem aktuellen Sonderheft alle wichtigen Infos zu den Themen Overclocking und Kühlung. Falls Sie die PCGHX-Reihe verpasst haben oder einfach die Artikel archivieren möchten, finden Sie alle Seiten der PCGHX-Ausgaben im PDF-Format auf der beiliegenden CD – inklusive noch immer aktueller OC-Tipps.

Overclocking für alle

Natürlich können Sie auch ohne Tuning-Erfahrung erfolgreich übertakten – alles, was Sie brauchen, sind die umfangreichen Overclocking-Anleitungen in unserem Sonderheft, bei denen wir auf 24 Seiten OC-Tipps für aktuelle AMD- und Intel-CPUs geben. Zudem zeigen wir auf sieben Seiten, wie Sie erfolgreich Ihre Grafikkarte übertakten.

Temperatur & Risiko senken

Zum erfolgreichen Übertakten gehört die richtige Kühlung. Daher widmen wir diesem Thema 39 Seiten und zeigen unter anderem, wie Sie die grundsätzliche Kühlung in Ihrem PC optimieren, welche Luftkühler ihr Geld wert sind und welcher Lüfter der beste ist. Mit unserem Wasserkühlungs-Special nutzen zudem auch Neulinge problemlos die starke Alternative zur Luftkühlung und Profis finden neue Tipps. Viel Spaß beim Overclocking und hohe Taktraten, wünscht

Weitere PCGH-Hefte

Die Ausgabe PCGH 10/2010 erscheint wie üblich am ersten Mittwoch des Monats, also am 1. 9. 2010. Achten Sie darauf, dass in der DVD-Ausgabe der 10/2010 Teil 2 unseres Grafikkarten-Quartetts enthalten ist. Den ersten Teil finden Sie in der DVD-Version sowie der Premium-Variante der vorherigen Ausgabe 09/2010. Das Premium-Heft enthält zudem alle Infos zum Trendthema „3D" inklusive 3D-Brille. Sie haben eines der letzten Sonderhefte verpasst? In unserem Abo-Shop können Sie es nachbestellen: www.pcgh.de/go/heft.

Hinweis: Cover-Abbildungen unverbindlich

PC Games Hardware
www.pcgh.de • www.pcghx.de
DAS HARDWARE-MAGAZIN FÜR PC-SPIELER

COMPUTEC MEDIA

Ein Unternehmen der MARQUARD MEDIA AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag	Computec Media AG Dr.-Mack-Straße 77, 90762 Fürth Telefon: 0911/2872-100 Telefax: 0911/2872-200 redaktion@pcgameshardware.de www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de
Vorstand	Albrecht Hengstenberg (Vorsitzender), Rainer Rosenbusch
Chefredakteur (V.i.S.d.P.)	Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt. Adresse siehe Verlagsanschrift
Stellv. Chefredakteur	Christian Gögelein (cg)
Leitender Redakteur	Marco Albert (ma)
Redaktion	Frank Stöwer (fs), Daniel Möllendorf (dm), Carsten Spille (cs), Raffael Vötter (rv), Marc Sauter (ms), Andreas Link (al), Stephan Wilke (sw)
Product Manager	Daniel Waadt (dw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe	Christian Beck (cb), Holger Dassler (hd), Roman Hartung (rh) Andre Klatt (ak), Jan Reichelt (jr), Daniel-Andre Reinelt (dr)
Lektorat	Margit Koch-Weiß (Ltg.), Birgit Bauer, Claudia Brose, Esther Marsch, Natalja Schmidt
Layout	Frank Pfründer (Ltg.), Hans Strobel
Bildredaktion	Albert Kraus (Ltg.), Tobias Zellerhoff
Titelgestaltung	Frank Pfründer
Fotografie Heft	tb, cg, ma, cs, dm, fs, dw, sw, rv, ms, kk
Bildnachweis	Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware
CD, DVD, Video	Jürgen Melzer (Ltg.), Alexander Wadenstorfer, Björn von Bredow, Thomas Dziewiszek, Jasmin Sen, Michael Schraut, Daniel Kunoth, Christine Brunner
Verlagsleiter	Hans Ippisch
Vertriebskoordination	Sabine Eckl-Thurl
Marketing	Jeanette Haag, Christina Seifferth
Produktion	Martin Closmann, Jörg Gleichmar
Leiter Neue Medien	Justin Stolzenberg

www.pcgameshardware.de

Chefredakteur Online	Thilo Bayer
Redaktion	Andreas Link, Christian Gögelein, Marco Albert, Frank Stöwer, Daniel Möllendorf, Carsten Spille, Henner Schröder, Marc Sauter, Kristoffer Keipp, Raffael Vötter
Entwicklung	Markus Wollny, René Giering, Aykut Arik, Tobias Hartlehnert
Webdesign	Tony von Biedenfeld, Emanuel Popa

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 77, 90762 Fürth

Anzeigenleiter
Gunnar Obermeier
verantwortlich für den Anzeigenteil. Adresse siehe Verlagsanschrift

Anzeigenberatung Print

Peter Elstner:	Tel.: +49 911 2872-252;	peter.elstner@computec.de
Wolfgang Menne:	Tel.: +49 911 2872-144;	wolfgang.menne@computec.de
René Behme:	Tel.: +49 911 2872-152;	rene.behme@computec.de
Bernhard Nusser:	Tel.: +49 911 2872-254;	bernhard.nusser@computec.de
Gregor Hansen:	Tel.: +49 221 2716-257;	gregor.hansen@computec.de

Anzeigenberatung Online InteractiveMedia CCSP GmbH, T-Online-Allee 1, 64295 Darmstadt
Telefon: +49 (6151) / 5002-100, Fax: +49 (6151) / 5002-101
E-Mail: info@interactivemedia.net

Anzeigendisposition anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 23 vom 01.01.2010.

PC Games Hardware wird in den AWA- und ACTA-Studien geführt. Ermittelte Reichweite: 351.000 Leser

Abonnement
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt über unser Partnerunternehmen DPV Direct GmbH:

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland

Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00-20:00 Uhr, Dienstag-Freitag 07:30-20:00 Uhr, Samstag 09:00-14:00 Uhr
*(14 Cent/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: ++49-1805-8610004, Fax: ++49-1805-8618002
Support: Montag 07:00-20:00 Uhr, Dienstag-Freitag 07:30-20:00 Uhr, Samstag 09:00-14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 47,88 (€ 51,60 Österreich, € 59,88 Ausland), DVD € 60,- (€ 67,20 Österreich, € 72,- Ausland), Premium € 86,- (€ 94,20 Österreich, € 98,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: Tel.: 01805-7005801*, Fax: 01805-8618002*
*(14 Cent/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DPV Network GmbH, Postfach 570 412, 22773 Hamburg, Internet: www.dpv-network.de
Druck: RR Donnelley Europe, ul. Obroncow Modlina 11, 30-733 Krakau, Polen

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Annett Heinze, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

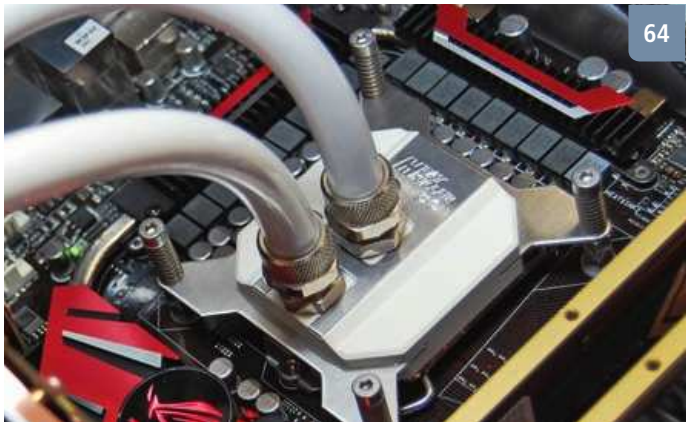
MARQUARD MEDIA

Deutschsprachige Titel: SFT, WIDESCREEN, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC ACTION, N-ZONE, GAMES AND MORE, KIDS ZONE, BUFFED, GAMES AKTUELL, PLAY 3, COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE
Internationale Zeitschriften:
Polen: COSMOPOLITAN, JOY, SHAPE, PLAYBOY, CKM, VOYAGE, OLIVIA, HOT
Ungarn: JOY, SHAPE, ÉVA, IN STYLE, FITT MAMA, JOY CELEBRITY, PLAYBOY, CKM, DESIGN ROOM

Heftinhalt

Overclocking: AMD Phenom II

Dank unserer Übertaktungsanleitung erreichen Sie mit dem Phenom II bis zu 52 Prozent mehr Leistung. Unsere Tipps lassen sich auch bei älteren AMD-CPUs anwenden.



Kühlung: Wakü-Special

Alles, was Sie über Wasserkühlung wissen müssen: Tipps für Zusammenstellung und Gebrauch, Tests von CPU-Kühlelement, Grafikkarten-Wasserkühlern und Radiatoren.

Impressum/Editorial 3
Phenom II übertakten 6
Anschauliche OC-Tipps – auch für andere AMD-CPUs geeignet
AMD: CPU-Kerne und Cache freischalten 18
Wie es funktioniert und bei welchen AMD-Prozessoren es klappt
Core i5/i7 übertakten 22
So nutzen Sie das OC-Potenzial Ihrer Sockel-1156- oder 1366-CPU
Grafikkarten übertakten 32
Anleitung, Richtwerte, Spannungs-Mods, das bringt's in der Praxis
Hwbot und Folding@Home 39
Unterstützen Sie das PCGH-OC-Team im weltweiten Wettkampf.
Kühl-Special 40
Luftkühler und Wärmeleitpasten im Test, Luftstrom im Gehäuse
Lüfter-Special 50
Alle wichtigen Lüfterformate + Mainboard-Lüftersteuerungen
Der beste CPU-Luftkühler 55
So kühlt der Danamics LMX Leggera selbst übertaktete Hexacores.
Grafikkartenkühler im OC-Test 58
Wie gute Luft- oder Wasserkühler das OC-Potenzial steigern.
Vergleichstest: Grafikkartenkühler 61
Diese VGA-Kühler senken Temperatur und Lautstärke.
Special: Wasserkühlung – Einleitung 64
Grundsätzliche Tipps sowie Tests der besten CPU-Wasserkühler
Special: Wasserkühlung – Radiatoren 68
Sechs leistungsstarke Wärmetauscher im Härtetest
Special: Wasserkühlung – Grafikkartenkühlung 73
Geforce GTX 480 dank Wasserkühlung kalt und leise
Extreme Overclocking Session 75
Erfahrungsbericht von der PCGH-OC-LAN-Party
Extreme Kühlung 76
Trockeneis, Kompressorkühlung und flüssiger Stickstoff erklärt
Spannungen erklärt 80
Welche Spannungsoption ist beim Übertakten wirklich wichtig?

Kommentar

Oliver Pusse, Gründungsmitglied von PC Games Hardware Extreme

Meine Begeisterung für PCs hat sich schon in jungen Jahren entwickelt, wobei ich meinen Rechner größtenteils zum Spielen genutzt habe. Aufgrund der stetigen technischen Entwicklungen, die damals teilweise bahnbrechend waren, ruckelte irgendwann selbst der Mauszeiger im Menü – neue Hardware musste also her.

Als Schüler hat man bekanntermaßen wenig Geld, daher befasste ich mich in Foren mit der Recherche von Komponenten mit hohem OC-Potenzial und beschäftigte mich generell mit dem Thema Overclocking – mit dem Ziel, günstige Hardware zu kaufen und diese dank gesteigerter Taktraten, feingetunter Settings sowie dem Freischalten des Grafikchips in Leistungsregionen sündhaft teurer Hardware zu hieven. Legendär war für mich damals mein JIHUB Athlon XP 1700+ @ 2,4 GHz mit einer Ati Radeon 9500 @ 9700. Mehr als ein Jahr zog ins Land, bis AMD selbst eine schnellere CPU auf den Markt brachte. So konnte ich lange die maximale Grafikpracht genießen. Trotz höherem Budget kaufe ich selbst heute noch Hardware nach diesem Prinzip – wenn auch die Möglichkeiten heute ganz andere sind als damals.

CD-Inhalt

- Alle Ausgaben unserer Sonderreihe PC Games Hardware Extreme im PDF-Format (erforderliches Tool auf der CD)
- **Video:** Intel-CPUs der K-Reihe übertakten
- **Video:** Auto-OC-Funktion erklärt
- **Video:** So übertakten Sie Core-2-CPUs
- **OC-Tools:** AMD Overdrive, Clockgen, Evga Precision, MSI Afterburner u.v.m.
- **Diagnose-Tools:** CPU-Z, Core Temp, GPU-Z, Sisoft Sandra Lite, Speedfan u.v.m.
- **Begleitmaterial:** ältere Artikel über Overclocking und Kühlung sowie Bilder

CASEKING.de

präsentiert:

PHANTOM

NZXT™

NZXT. Phantom Enthusiast Big-Tower

***NZXT** läutet mit dem **Phantom** eine neue Ära der PC-Gehäuse ein, denn der futuristische Tower unterscheidet sich grundlegend von klassischen Modellen. Die edle, hochglänzende Außenhaut setzt zusammen mit der Fülle an Features neue Maßstäbe. So verfügt das **NZXT Phantom** über eine integrierte 5-Kanal-Lüftersteuerung mit jeweils 20 Watt Belastbarkeit, großzügige Platzverhältnisse (E-ATX, 35 cm für VGA, 12x Laufwerke), deaktivierbare Beleuchtung, aufwändiges Kabelmanagement-System, Vibrationsdämpfer und eine Vorbereitung für einen Dual-Radiator.*

www.caseking.de/phantom

Bilder: Holger Dassler

Bis zu 60 Prozent mehr CPU-Leistung gratis

Phenom II übertakten

Wir zeigen, wie Sie AMDs aktuelle CPUs mit vier oder sechs Kernen einfach und sicher übertakten – inklusive ausführlicher Benchmarks, die den Leistungsvorteil belegen.

Intel präsentierte mit dem Core i7-980X den ersten Sechskern-Prozessor für den Desktop-Markt und zog anfangs alle Aufmerksamkeit auf sich. Leider bleibt dieses High-End-Produkt nur gut betuchten Spielern und Anwendern vorbehalten, denn der satte Preis von knapp 950 Euro sprengt so manches Budget. AMD hingegen geht das Thema „sechs Kerne" anders an und lieferte mit den neuen Phenom-II-X6 Modellen zwar nicht ganz so leistungsfähige, aber dafür deutlich günstigere Produkte. Das schnellste Modell, der Phenom II X6 1090T in der „Black Edition"-Variante mit offenem Multiplikator, kostet gerade einmal ein Viertel des Konkurrenzproduktes. Doch wie damals, beim Sprung von zwei auf vier physikalische Rechenkerne, bleibt auch diesmal der Takt auf einem ähnlich hohen Stand: AMDs stärkste Sechskern-CPU rechnet nur mit knapp 200 MHz weniger als das Quadcore-Topmodell Phenom II X4 965 BE. Es gibt zwar bereits viele Spiele und Anwendungen, die auf massives Multi-Threading ausgelegt sind und daher mehrere Kerne nutzen, gerade für alle anderen Szenarien kommt es aber ebenso sehr auf einen hohen Prozessortakt an. Was liegt also näher, als das System zu übertakten? In diesem Artikel zeigen wir Ihnen, wie Sie einen Phenom II X6 auf ein ungefährliches, alltagstaugliches OC-Niveau bringen und welche Vorteile Spiele und Anwendungen in der Praxis daraus ziehen.

Thuban-Modellübersicht

Auf dem Retail-Markt sind derzeit nur zwei Prozessoren mit sechs Kernen von AMD erhältlich. Das wäre zum einen der Phenom II X6 1090T mit standardmäßigen 3,2 GHz respektive 3,6 GHz im Turbocore-Modus, der als Black Edition mit freiem Multiplikator daherkommt. Außerdem gibt es den rund 75 Euro günstigeren Phenom II X6 1055T mit 400 MHz weniger. Mit eingeschaltetem Turbo erreicht der günstigere Prozessor knapp 500 MHz Zuwachs. Beide sind mit einer Verlustleistung von 125 Watt angegeben. Für den OEM-Markt hat AMD den Phenom II X6 1035T im Portfolio, der mit 2,6 GHz rechnet und nur eine TDP von 95 Watt aufweist. Der Hersteller plant außerdem für das dritte Quartal dieses Jahres weitere Vertreter. Namentlich handelt es sich hier um den 1055T mit 95 Watt Verlustleistung, den 1075T mit 3,0 GHz und einen Vierkerner, den 960T, der, wie das Zusatzkürzel „T" im Namen verrät, ebenfalls mit „Turbo-Core" ausgestattet ist. Gerüchten zufolge wird es einen noch günstigeren Prozessor geben, der die Produktpalette nach unten abrunden soll – dabei liegt die Bezeichnung „1045T" nahe. Eine Zusammenfassung finden Sie auf der rechten Seite in der Tabelle.

Phenom II X6: Neuerungen

An der Architektur der neuen Sechskern-CPUs von AMD wurde nichts Grundlegendes verändert, einige besondere Features und Verbesserungen gibt es dennoch. Die wohl interessanteste Neuerung ist die Turbocore-Technik, die Ähnlichkeiten mit Intels Beschleunigungslösung Turbomodus aufweist. Die Funktion arbeitet trotzdem we-

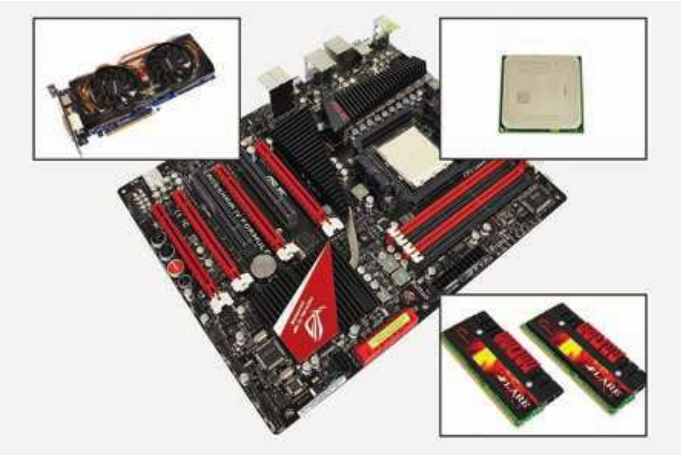
sentlich anders: Werden nur drei Kerne des Phenom II X6 von einer Anwendung ausgelastet, so takten sich diese automatisch nach oben. Je nach Modell beträgt der Zuwachs zwischen 400 und 500 MHz. Die dabei um 0,15 Volt erhöhte CPU-Spannung sorgt für die nötige Stabilität. Alle anderen Kerne gehen in eine Art Ruhezustand, bei dem der Takt und die Spannung deutlich sinken. So kann die Mehrleistung ohne höheren Verbrauch realisiert werden. Neben dieser auch für Übertakter interessanten Funktion hat AMD weitere Verbesserungen durchgeführt. So setzt der Hersteller auf ein Low-k-Dielektrikum, das einfach gesagt als verbessertes Silizium bezeichnet werden kann. Dadurch soll die Thuban-CPU bei gleicher Spannung einen höheren Takt als die Quadcore-Variante Deneb erreichen. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass beim Undervolting ebenfalls mehr Spielraum besteht. Zudem hat der viel bemängelte Speichercontroller der Deneb-Prozessoren ein Update erhalten.

Die passende Unterlage

Der Thuban (Phenom II X6) samt Grafikkarte aus der HD-5000-Serie bildet zusammen mit den Ablegern der 8xx-Chipsätze AMDs Leo-Plattform. Wer seinen Phenom II X6 an die Taktgrenzen bewegen möchte, ist gut beraten, ein High-End-Board wie das Crosshair IV Formula oder das MSI 890FX-GD70 zu verwenden. Beide basieren auf dem 890FX-Chip, AMDs Topmodell. Natürlich können Einsteiger oder genügsame Übertakter günstigere Hauptplatinen einsetzen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass eventuell nötige Optionen und Einstellmöglichkeiten im BIOS fehlen können oder die Kühlung sehr schlicht ist. Letzteres ist der Fall auf verschiedenen Mainboards mit 870- und 880G-Northbridge. Zudem fehlen dort Kühlkörper im Bereich der Spannungswandler. Bei schlechter Gehäusebelüftung kann es beim Übertakten zu Instabilitäten und Abstürzen kommen. Dank der Abwärtskompatibilität des Thuban lassen sich bestehende AM2+- und AM2-Systeme problemlos aufrüsten. Angesichts des älteren Chipsatzes ist es jedoch möglich, dass die Übertaktungserfolge geringer ausfallen. Zudem fehlt eine Unterstützung für USB 3.0 und SATA 6 Gb/s. Das Augenmerk sollte jedoch nicht nur auf eine gute Hauptplatine gerichtet werden, sondern genauso auf potenten Arbeitsspeicher. Beim Einsatz von Prozessoren ohne freien Multiplikator kann schwacher RAM zum limitierenden Faktor werden. Für Einsteiger empfehlen sich daher DDR3-1333- oder DDR3-1600-Module. Ambitionierte Übertakter sollten DDR3-1600-RAM oder noch schnellere Module kaufen. Dabei spielt nicht nur der Takt eine große Rolle bei der Performance, sondern auch niedrige Timings.

Garantieverlust

Bevor wir Ihnen die Overclocking-Grundlagen näher bringen, sollten sie sich bewusst sein, welche Risiken lauern: Die Garantie erlischt schon beim Wechsel des zum Übertakten ungeeigneten Boxed-Kühlers, der lediglich für Standardtakt reicht. Auch das Anheben der Spannungen ist vom Hersteller nicht abgedeckt, aber meist unerlässlich. Im Klartext heißt das, dass jegliche Veränderungen und Einstellungen außerhalb der Spezifikationen zum Verlust der Garantie und Gewährleistung führen. Außerdem kann das Übertakten die Lebensdauer der Komponenten verringern und in seltenen Fällen Defekte verursachen. Bei der Einhaltung bestimmter Regeln und einiger ▷



Zu AMDs Leo-Plattform gehören neben einem geeigneten Board mit einem Chip der 8er-Reihe eine „Evergreen"-Grafikkarte (etwa Radeon HD 5870) und der passende Prozessor. Abgerundet wird das Ganze durch Top-Arbeitsspeicher.

AMDs neue Top-CPUs (teils keine offiziellen Infos)

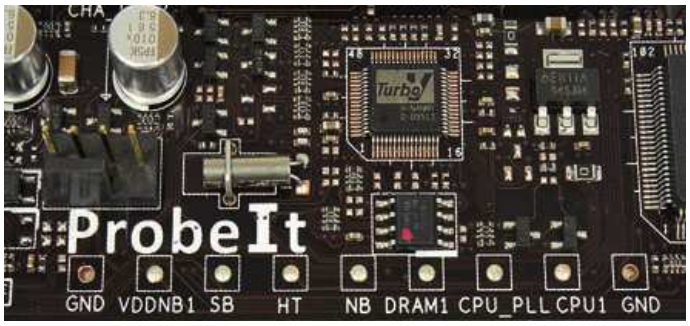
Reihe	Modell (Kernname)	Kerne	CPU-Takt	Turbomodus	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Preis/ Verfügb.
Phenom II X6	1090T (Thuban)	6	3,2 GHz	3,6 GHz	6x 512 KiByte	6.144 KiByte	125 Watt	ca. € 250,-
Phenom II X6	1075T (Thuban)*	6	3,0 GHz	3,5 GHz	6x 512 KiByte	6.144 KiByte	125 Watt	3. Quartal 2010
Phenom II X6	1055T (Thuban)	6	2,8 GHz	3,5 GHz	6x 512 KiByte	6.144 KiByte	125 Watt	ca. € 180,-
Phenom II X6	1055T (Thuban)	6	2,8 GHz	3,5 GHz	6x 512 KiByte	6.144 KiByte	95 Watt	3. Quartal 2010
Phenom II X6	1045T (Thuban)	6	2,7 GHz	3,2 GHz	6x 512 KiByte	6.144 KiByte	95 Watt	3. Quartal 2010
Phenom II X6	1035T (Thuban)	6	2,6 GHz	3,1 GHz	6x 512 KiByte	6.144 KiByte	95 Watt	Nur für OEM
Phenom II X4	960T (Zosma)*	4	3,0 GHz	3,4 GHz	4x 512 KiByte	6.144 KiByte	95 Watt	3. Quartal 2010

* Schätzungen, keine offiziellen Angaben

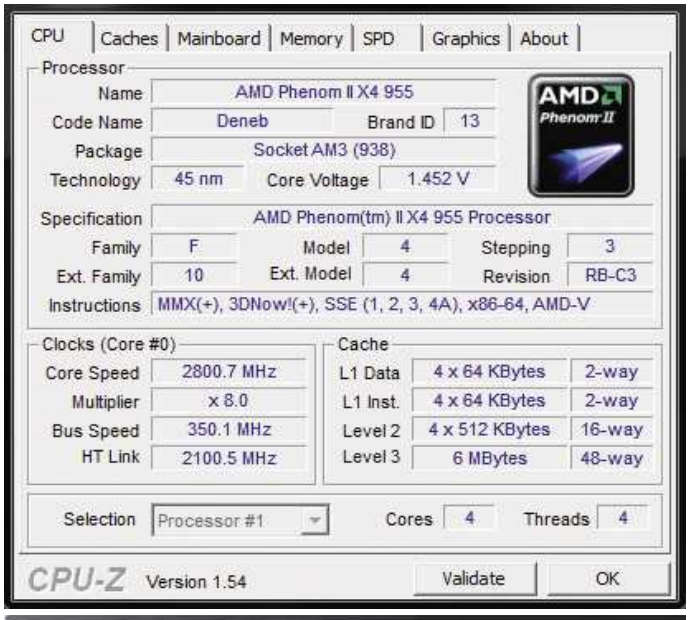
Wer sein System bis an die Grenzen übertakten möchte, sollte einen sehr guten Luftkühler verwenden. Der Noctua NH-D14 zählt zu den besten seiner Art und hat uns im Overclocking-Test zu sehr guten Ergebnissen verholfen.

Das bringt hoher Speichertakt

	DDR3-2000	DDR3-1666	DDR3-1333	DDR3-1333
Verwendete Latenzen	**7-9-7-24**	**8-8-8-24**	**8-8-8-24**	**9-9-9-27**
Cinebench R10 – x-CPU – 64 Bit	20.259 Punkte	19.876 Punkte	19.749 Punkte	19.557 Punkte
Wprime (1.024 M)	230,490 Sekunden	232,910 Sekunden	233,013 Sekunden	237,510 Sekunden
7-Zip, Komprimierung	16.065 kB/s	15.746 kB/s	15.550 kB/s	15.474 kB/s
x264 HD, 720p-Benchmark	33,2 Fps	33,1 Fps	33,0 Fps	32,8 Fps
3D Mark Vantage – Standard	18.406 Punkte	18.317 Punkte	18.262 Punkte	18.135 Punkte
Far Cry 2 – Ranch Small, DX10, maximale Details	99,5 Fps (Durchschnitts-Fps)	97,4 Fps (Durchschnitts-Fps)	93,7 Fps (Durchschnitts-Fps)	92,7 Fps (Durchschnitts-Fps)
Crysis Warhead – Level „Ambush", Enthusiast, DX10	61,5 Fps (Durchschnitts-Fps)	60,5 Fps (Durchschnitts-Fps)	59,2 Fps (Durchschnitts-Fps)	58,4 Fps (Durchschnitts-Fps)
MaxxMem-Test	**DDR3-2000**	**DDR3-1666**	**DDR3-1333**	**DDR3-1333**
Memory Copy	12.237 MB/s	12.237 MB/s	12.237 MB/s	12.237 MB/s
Memory Read	9.762 MB/s	9.296 MB/s	8.688 MB/s	8.409 MB/s
Memory Write	6.797 MB/s	6.842 MB/s	6.763 MB/s	6.677 MB/s
Memory Latency	53,8 ns	58 ns	62,2 ns	64,5 ns



Manche Mainboards wie das hier abgebildete Asus Crosshair IV Formula bieten Messpunkte für die Spannungen, die Sie mit einem Multimeter ablesen können – das lohnt sich, denn die angegebenen Werte von CPU-Z oder Everest sind meist sehr ungenau.



Mithilfe des Crosshair IV Formula und eines zu Testzwecken verwendeten Phenom II X4 955 BE erreichten wir einen Referenztakt von maximal 350 MHz. Die CPU-Northbridge-Spannung lag dabei bei 1,20 Volt.

Grundlagen dürfte es jedoch jedem möglich sein, den PC zwischenfallfrei auf das gewünschte Leistungsniveau zu bringen.

Grundlagen

Ein Phenom II X6 lässt sich im Grunde genommen auf dieselbe Weise übertakten wie sein Deneb-Pendant, denn die eigentliche Architektur ist die gleiche. Wer genügend Geld für den 1090T mit offenem Multiplikator besitzt, hat bei der Takterhöhung leichtes Spiel: Je nach gewünschter Megahertz-Zahl und Stabilität brauchen Sie lediglich den CPU-Multiplikator entsprechend anzuheben. Wenn solch ein Prozessor Ihren Geldbeutel überfordert, gibt es eine günstigere Alternative in Form des Phenom II X6 1055T. Hier lässt sich der Multiplikator zwar nach unten hin verändern, ist aber auf maximal 14 begrenzt. Also heißt es Hand anlegen am Referenztakt, der mit seinen 200 Megahertz viel Freiraum nach oben lässt. Aktuelle Mainboards realisieren mühelos 300 MHz und mehr. Doch gerade am Referenztakt hängen per weiteren Multiplikatoren der HT-Link und die CPU-Northbridge sowie der Speicher. Wird der Referenztakt erhöht, steigen somit alle anderen Taktraten ebenfalls an. Für erfolgreiche Übertaktungsversuche sollten Stromspartechniken wie Cool'n'quiet und C1E abgeschaltet werden, um Instabilitäten zu vermeiden.

HT-Link und CPU-Northbridge

Der Begriff Northbridge wird bei AMD nicht nur für einen Abschnitt des Chipsatzes verwendet, sondern auch für den im Prozessor befindlichen Teil, der den Speichercontroller sowie den L3-Cache beinhaltet. Trotzdem bekommen beide Begriffe im BIOS meist jeweils einen Eintrag zur Spannungsveränderung. Je nach Hersteller und Mainboard können diese variieren. Insofern sollte man genau wissen, welche Definition zugehörig ist. Bei dem uns vorliegenden Asus Crosshair IV Formula folgt die CPU/NB-Voltage (auch NB-VID genannt) direkt der eigentlichen Prozessorspannung. Der Standardwert liegt meist zwischen 1,10 und 1,20 Volt.

Der sogenannte Hypertransport-Link ist die Verbindung der Northbridge mit dem Prozessor. Dabei handelt es sich um eine bidirektionale Punkt-zu-Punkt-Verbindung, die für hohe Übertragungsraten konzipiert ist. Die HT-Spannung beträgt im Normalfall 1,20 Volt.

Standardmäßig laufen der HT-Link und die CPU-Northbridge beim Phenom II X6 mit 2.000 MHz. Steigert man deren Taktraten, besteht die Möglichkeit, dass die Performance zunimmt. Ohne Spannungserhöhung sollten zwischen 2,4 und 2,6 GHz realisierbar sein. Mit 5 bis 10 Prozent mehr HT- und CPU-NB-Spannung können es beim Phenom II X6 beachtliche 3,15 GHz werden. Bei den Deneb-Prozessoren ist die Grenze bei knapp 2.800 bis 2.900 MHz erreicht. Die beste Performance lässt sich erzielen, wenn der HT-Link und die CPU-Northbridge mit gleicher Geschwindigkeit arbeiten.

Welche Kühlung?

Die Voraussetzung für erfolgreiches Übertakten ist eine sehr gute Kühlung, doch was benötigt man, um den Phenom II X6 an seine Grenzen zu bringen? Eines ist klar: Der mitgelieferte Boxed-Kühler ist definitiv nicht dazu geeignet. Im Gegensatz zu Intels hitzköpfigem Core i7 bleibt der Phenom II selbst bei hoher Spannung relativ kühl. Im Test verwendeten wir den Noctua NH-D14, der weder den 955 BE mit 1,55 Volt noch den 1055T mit 1,50 Volt überhitzen ließ. Beide Prozessoren waren dabei bis zum Anschlag übertaktet. Knapp 57 Grad Celsius zeigte das Tool Core Temp an. Laut AMD sollte die maximale Temperatur nicht über 62 Grad Celsius liegen. Bei einigen CPUs kann es jedoch vorkommen, dass der integrierte Sensor defekt ist oder Unsinn ausliest. Wer also etwa Werte unterhalb der Raumtemperatur angezeigt bekommt, besitzt ein betroffenes Produkt. In manchen Fällen können BIOS-Updates den Fehler beseitigen. Wenn Sie betroffen sind, müssen Sie ohne Update vorsichtig mit den Spannungen umgehen. Um das Potenzial des Thuban und Deneb auszureizen, ist keine aufwendige Wasserkühlung vonnöten. Für normale Taktsteigerungen, die im 24/7-Betrieb stabil laufen sollen, reicht bereits eine gute bis sehr gute Luftkühlung aus.

Spannungen

Ein weiterer wichtiger Punkt, der unbedingt beachtet werden muss, bevor man die Taktraten steigert, sind die Spannungen. Diese sollten

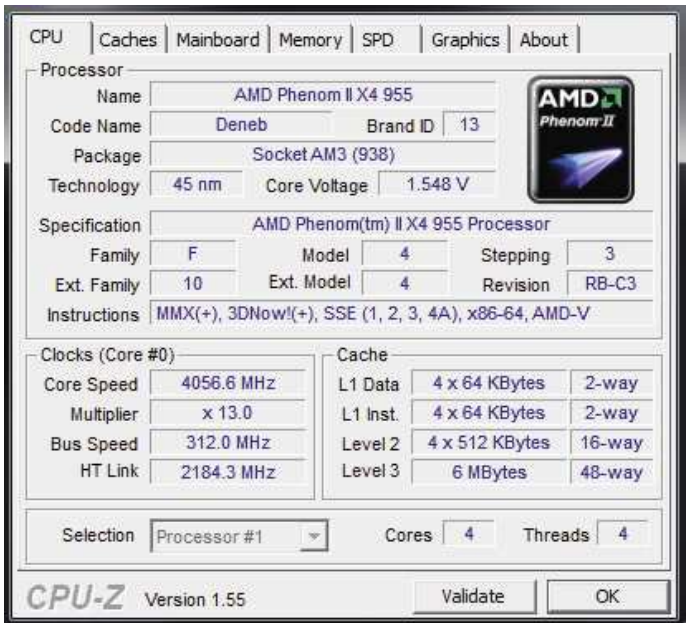
auf jeden Fall im BIOS per Hand festgesetzt werden, um zu viel Abwärme und eine Beschädigung der Hardware zu vermeiden. Bleiben die Spannungen auf „Auto“, setzen viele Hauptplatinen enorm hohe Werte an, die sich dann schädlich auf die Komponenten auswirken können. Daher warnen wir ausdrücklich davor, mit vom Mainboard festgelegten automatischen Spannungen zu übertakten. Hier eine kurze Übersicht, welche Werte für erfolgreiches Übertakten wichtig sind:

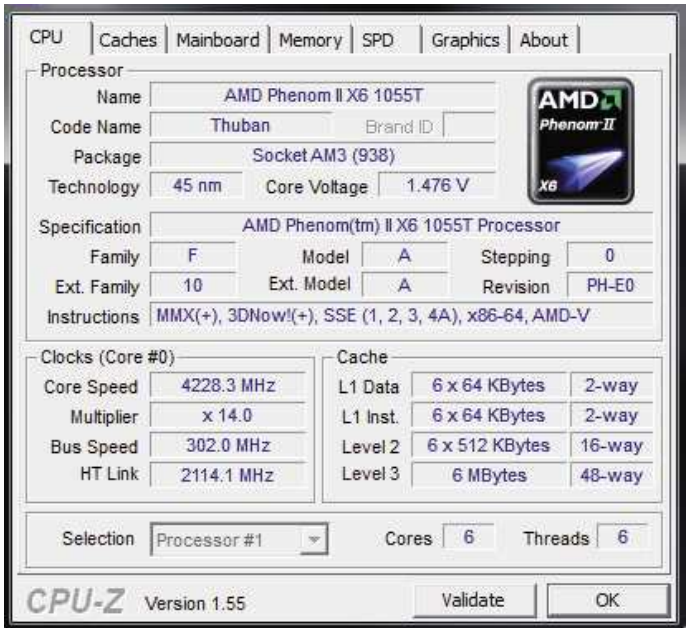
- **CPU Voltage:** Die Prozessor-Spannung darf mit guter Kühlung rund 10 bis 15 Prozent höher sein als der Standard. Der 1055T läuft zum Beispiel mit knapp 1,30 Volt. Verwendet man nicht gerade eine Extremkühlung, sollten also maximal 1,50 Volt anliegen. AMD gibt den Spannungsbereich von 1,125 bis 1,40 Volt als unbedenklich an.
- **CPU/NB Voltage:** Dieser Wert bezeichnet unter anderem die Spannung des im Prozessor integrierten Speicher-Controllers und des L3-Caches. Eine Erhöhung kann sich positiv auf das Übertakten des Prozessors, des HT-Links und natürlich der CPU-NB sowie des Speichers auswirken. Je nach Prozessormodell liegen hier 1,10 bis 1,20 Volt an. Für den 24/7-Betrieb sollten 1,30 bis 1,35 Volt nicht überschritten werden.
- **DRAM Voltage:** Beschreibt die Speicherspannung. Aktuelle DDR3-Module sind meist für 1,65 Volt zugelassen. Einige Hersteller bieten Low-Voltage-Kits an, die auch mit weniger Spannung auskommen, um Strom zu sparen.
- **HT Voltage:** Eine Anhebung sorgt für mehr Overclocking-Potenzial beim Hypertransport-Link. Standardmäßig liegen 1,20 Volt an. Für höhere Taktraten sollten es maximal 0,05 bis 0,10 Volt mehr sein.
- **NB Voltage:** Dieser Punkt bezieht sich auf die Northbridge des Mainboards. Eine Erhöhung kann sich positiv auf das Potenzial der Platine auswirken. Falls eine Onboard-Grafik vorhanden ist, profitiert deren OC-Potenzial ebenfalls von einer angehobenen NB-Spannung. Je nach CPU kann dieser Wert zwischen 1,11 und 1,20 Volt betragen, sollte aber nicht über 1,25 Volt liegen.
- **SB Voltage:** Eine Erhöhung der Southbridge-Spannung bringt in den wenigsten Fällen eine Verbesserung des OC-Potenzials.

Grundsätzlich gilt, dass mit allen Spannungen vorsichtig umgegangen werden muss, um Schäden zu vermeiden. Zusätzlich ist eine Überprüfung der Temperaturen bei jeglicher Veränderung Pflicht. Meist hilft es nicht, die Spannungen fürs Übertakten wahllos anzuheben. Eine Erhöhung sollte erst in Betracht gezogen werden, wenn eine erreichte Taktstufe nicht mehr stabil läuft. Nützt auch das nichts, ist das Potenzial ausgereizt. Wer die Möglichkeit hat, auf ein Multimeter zurückzugreifen, dem raten wir ausdrücklich, dies zu tun. Die Genauigkeit der ausgelesenen Werte übertrifft Tools wie CPU-Z oder Everest deutlich.

Maximaler Referenztakt

Der Referenztakt ist der ausschlaggebende Wert, der den Gesamttakt des Prozessors und die Taktraten von HT-Link, CPU-Northbridge und Speicher bestimmt. Um herauszufinden, wo die Grenze liegt, müssen alle Multiplikatoren gesenkt werden. Ideal ist es, alle Taktraten nahe der Standardvorgaben laufen zu lassen. Bei HT-Link und CPU-Northbridge können zu niedrige Werte zu Instabilitäten führen. Im Test zeigte sich im Zusammenhang mit dem 1055T, dass zwischen 2.000 und 2.400 MHz keine Einschränkung bestand. Im Test überprüften wir zuerst, ob ein Referenztakt von 300 MHz bei den festgesetzten Standardspannungen stabil läuft. In unserem Fall gab es keine Probleme. Also erhöhten wir den Zähler weiter in Fünf-MHz-Schritten. Wenn ein solch hoher Wert als nicht realisierbar erscheint, hilft nur noch mehr CPU-NB-Spannung oder die Reduzierung der Taktfrequenz. Mit dem Crosshair IV Formula ließen sich knapp 350 Megahertz Referenztakt erreichen. Das entspricht einer Steigerung von 75 Prozent. Trotzdem war dazu eine CPU-Northbridge-Spannung von knapp 1,20 Volt nötig. Theoretisch könnte der 1055T so mit seinem festen Teiler auf 4,9 GHz beschleunigt werden. Um nun zu testen, ob der CPU-Takt stabil läuft, muss man auf verschiedene Programme zurückgreifen. Nur dadurch besteht die Gewissheit, dass die Stabilität gewährleistet ist. Neben Prime 95 reagiert Cinebench R10 sehr sensibel auf zu hohes Overclocking. Ebenso helfen die anspruchsvollen CPU-Tests von 3D Mark Vantage und Super Pi. Doch erst im Dauerbetrieb zeigt sich, ob der PC fehlerfrei ▷

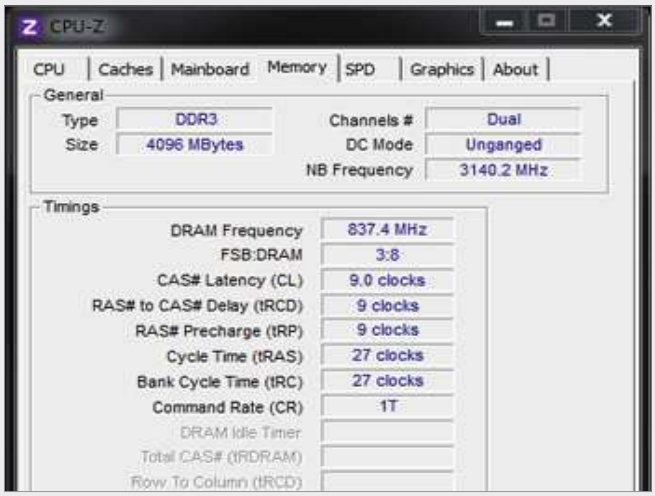


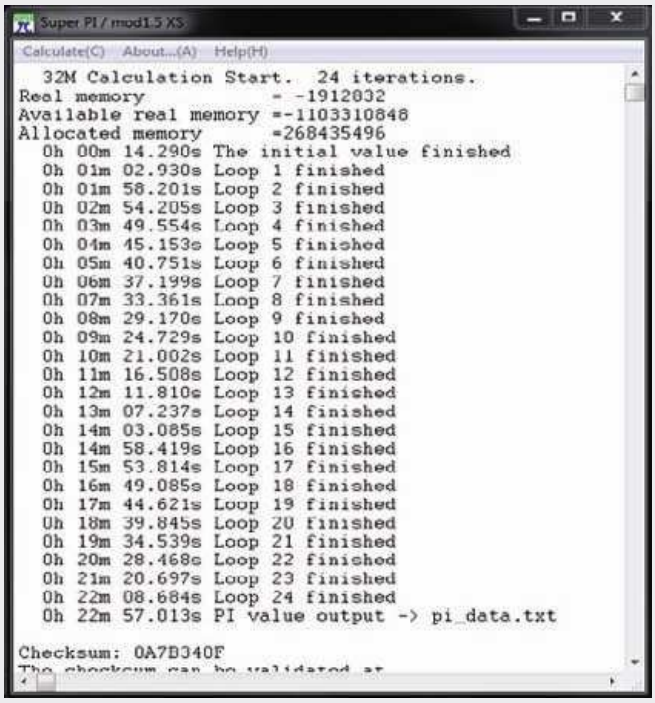


Im direkten Vergleich zum Phenom II X4 955 BE glänzt der 1055T durch knapp 4,5 Prozent Mehrtakt, benötigt aber rund 0,5 Volt weniger Spannung. Das CPU-Z-Bild des 1055T zeigt die Spannung im Leerlauf, unter Last liegen 1,50 Volt an.

Die speziell für den Phenom II X6 entwickelten Flare-Module von G.Skill gehören zu den schnellsten, die derzeit verfügbar sind. Die im kleinen Bild dargestellten Corsair-Dominator-Riegel sind ebenfalls für den Sockel AM3 optimiert.

HT- und CPU-Northbridge-Takt steigern





Der massive CPU-Northbridge- und HT-Link-Takt von 3,14 GHz läuft absolut stabil. Alle Benchmarks wurden fehlerfrei absolviert; auch nach längerer Beanspruchung traten keine Fehler auf.

arbeitet. Derzeit schaffen die meisten AM3-Platinen 300 MHz und mehr an Referenztakt. Das reicht vollkommen aus, um zum Beispiel den 1055T an seine Grenze von 4,2 Gigahertz zu bringen.

Prozessor am Limit

Nun können Sie sich dem maximalen Prozessortakt widmen. Der Phenom II skaliert von Haus aus relativ schlecht mit Spannung. Daher kann ohne Vcore-Erhöhung schon ein beachtlicher Taktsprung realisiert werden. Im Falle unseres X6 1055T mit anliegenden 1,30 Volt ist die Rede von satten 900 MHz Zuwachs. Als wir im Test die Spannung auf 1,40 Volt erhöhten, konnte die 4-GHz-Grenze spielend geknackt werden. Setzten wir nochmals 0,1 Volt obendrauf, sind es 4,22 GHz. Ein beachtlicher Anstieg, wenn man bedenkt, dass der Deneb sein Limit bei 4.000 MHz und weniger erreicht. Um jedoch auf solche Werte zu kommen, ist ein langwieriger Testzyklus vonnöten. Zuerst erhöhen Sie den Ausgangstakt um jeweils 100 MHz, bis mit den genannten Benchmarks Stabilitätsprobleme auftreten.

Dann geht es in kleinen Schritten zurück, um einen soliden Wert zu finden. Um weitere Taktsteigerungen zu gewährleisten, legen Sie Hand an der Prozessorspannung an und wiederholen das Prozedere so lange, bis der gewünschte Takt oder das sinnvolle Spannungslimit erreicht sind. In unserem Fall können 4,22 GHz mit 1,50 Volt Prozessor- und 1,30 Volt CPU-Northbridge-Spannung realisiert werden. Noch mehr Vcore bringt keine Steigerung mehr mit sich.

HT-Link und CPU-Northbridge tunen

Die Taktanhebung von CPU-NB und HT-Link kann leistungssteigernd wirken. Beim Thuban ist das Potenzial höher als beim Deneb. Die Vorgehensweise zum Herausfinden des Limits ist ähnlich wie beim Prozessortakt: Nachdem die Grenze des Phenom II X4 955 BE bei 2.880 MHZ liegt, dürfen es beim 1055T gut und gerne noch 260 MHz mehr sein. Dabei beträgt die CPU-NB-Spannung 1,30 Volt und die des HT-Links 1,25 Volt. Bei synthetischen Benchmarks kann die Leistung damit um bis zu 3,5 Prozent gesteigert werden. Im Bereich bei Spielen sind es schon bis zu 10 Prozent.

Turbocore-Modus richtig einsetzen

Ein entscheidender Vorteil der Thuban-Prozessoren ist die Turbocore-Technik. Sie hilft, die Leistung bei nicht optimierten Multithread-Anwendungen zu steigern. Dabei werden drei der sechs Kerne recht gut übertaktet und mit mehr Spannung versorgt. Dieser Umstand lässt sich sinnvoll beim Overclocking einsetzen. Nachdem der Anwender seinen Prozessor richtig kennengelernt hat und weiß, wo dessen Grenzen liegen, kann Turbocore im BIOS aktiviert werden. Zuerst muss man sich den höchsten Takt aussuchen, der mit der Beschleunigungstechnik zu erreichen sein soll. In unserem Fall haben wir uns für 4,06 GHz entschieden. Dazu benötigen wir knapp 1,43 Volt. Nun müssen 0,15 Volt heruntergerechnet werden, um zu wissen, welche Spannung dann an allen sechs Kernen anliegt. Mit den sich daraus ergebenden 1,28 Volt können wir 3.600 MHz realisieren. Das Leistungsplus gegenüber der einfachen Übertaktung ohne TC beträgt bei Single-Thread-Anwendungen bis zu elf Prozent, Spiele profitieren immerhin noch um drei Prozent davon. Jeder sollte sich überlegen, auf dieses Feature zurückzugreifen, denn die Mehrleistung kann ohne erhöhte Leistungsaufnahme ermöglicht werden.

Übertakten auch für Anfänger

Um Anfängern erfolgreiches Übertakten zu ermöglichen, haben mehrere Hersteller Techniken entwickelt, die das System auf ein vorkonfiguriertes Niveau übertakten und dabei selbstständig vorgesehene Spannungen anlegen. Ebenso handhaben solche Anwendungen alle wichtigen Einstellungen automatisch mit einer Art Benchmark, um herausfinden, wo die Grenzen liegen. Ein hauptplatinenunabhängiges Tool ist AMDs Overdrive, das ebenso viele Optionen bietet wie das BIOS. Damit lässt sich das System einfach und schnell unter Windows übertakten. Leider haben solche Anwendungen einige Nachteile. So kann es passieren, dass schon eine einfache Änderung zu einem Freeze oder Absturz führt. Ebenfalls ärgerlich ist die Tatsache, dass die gespeicherten Profile erst mit dem Windows-Start geladen werden. Die OC-Methode über das BIOS bewährt sich hingegen

immer wieder und zeigt, wo das meiste Potenzial liegt.

Speicher-Overclocking

Neben dem HT-Link- und CPU-Northbridge-Tuning kann der Speicher noch das letzte Quäntchen Leistung aus dem System herausquetschen. Bei älteren Hauptplatinen mit 700er-Chipsatz war DDR3 bei etwa 860 MHz am Ende. Mit der neuen 8xx-Generation können mit nicht optimierten Speicherriegeln um die 950 MHz erreicht werden. Nachdem sich die günstige Phenom-II-Plattform bei Spielern und Anwendern gleichermaßen durchgesetzt hat, arbeiten viele Speicherhersteller an entsprechend programmierten Modulen. Beispiele dafür sind Kits von Corsair und OCZ. Dank des überarbeiteten Memory-Controllers in den Phenom-II-X6-Prozessoren sind sogar Taktraten jenseits der 1.000 MHz (DDR3-2000) möglich. G.Skill bietet beispielsweise mit der Flare-Serie verschieden getaktete High-End-Riegel mit vergleichsweise niedrigen Timings an. Angefangen von DDR3-1800 mit den Latenzen 9-9-9-24 oder 7-8-7-24, erreicht das Kit DDR3-2000 Werte von 7-9-7-24. Außerdem bietet AMD mit seinen Black Edition Memory Profiles vorkonfigurierte Einstellungen für verschiedene RAM-Module an. Die nur mithilfe von Overdrive erreichbaren Werte helfen natürlich ebenso beim Übertakten. Zwei Voraussetzungen müssen trotzdem erfüllt sein: Zum einen sind die besagten BEMP-Speicherkits vonnöten und zum anderen funktioniert das Ganze nur mit einer „Black Edition"-CPU sowie einem Mainboards mit 890FX-Chip.

Leistung und Stromverbrauch

Je nachdem, wie hoch der Phenom II X6 1055T übertaktet wird, ergibt sich dessen Performance-Steigerung. Bei Benchmarks, die massiv von mehreren CPU-Kernen profitieren, wie Cinebench, Wprime, oder 7-Zip steigt die Leistung fast proportional mit dem erhöhten Prozessortakt. Spiele profitieren im Bereich von 17 bis 34 Prozent. Nutzt man den Turbocore-Modus, können die Ergebnisse je nach Anwendung zwischen 3 und 10 Prozent höher liegen. Eine Ausnahme war die Demo von *Dirt 2*: Mit dem Sechskerner sank die Performance merklich. Deaktivierten wir zwei Kerne im BIOS, arbeitete der Thuban ähnlich schnell wie der Phenom II X4 955 BE. Wir vermuten den Fehler in einem fehlenden Patch oder der noch nicht finalen Version. Damit die Grafikkarte nicht limitiert, haben wir alle Spiele-Benchmarks zunächst in 800 x 600 Pixeln durchgeführt. Zudem verwenden wir die übliche Auflösung 1680 x 1050 mit 4x FSAA und 16:1 AF. Mit der zweiten Einstellung wird die verwendete Geforce GTX 285 oft zum Bremsklotz, daher liegen die erzielten Ergebnisse hier meist nah beieinander.

Die Leistungsaufnahme steigt bei mäßigem Overclocking kaum. Bei 3,6 Gigahertz sind es gerade einmal 15 Prozent. Um weitere 400 Megahertz erhöht, werden knapp 40 Prozent mehr Strom vom Prozessor verbraucht. 4,2 Gigahertz hingegen lohnen sich kaum noch, denn 63 Prozent Mehrverbrauch gegenüber dem Standard sind nicht rentabel.

Undervolting

Dank des Low-k-Dielektrikums lässt sich der Thuban nicht nur weiter übertakten als der Deneb, sondern auch besser undervolten. Im Testverlauf konnten wir den Phenom II X4 955 BE mit anliegenden 1,272 Volt stabil betreiben. Der 1055T hingegen lief auch noch weit unter 1,10 Volt zuverlässig – gerade einmal 1,044 Volt waren nötig. Dieser Wert lässt sich herausfinden, indem die Spannung im BIOS Schritt für Schritt zurückgesetzt wird und zwischendurch immer wieder einige Benchmarks zur Kontrolle laufen. *(hd)*

Fazit

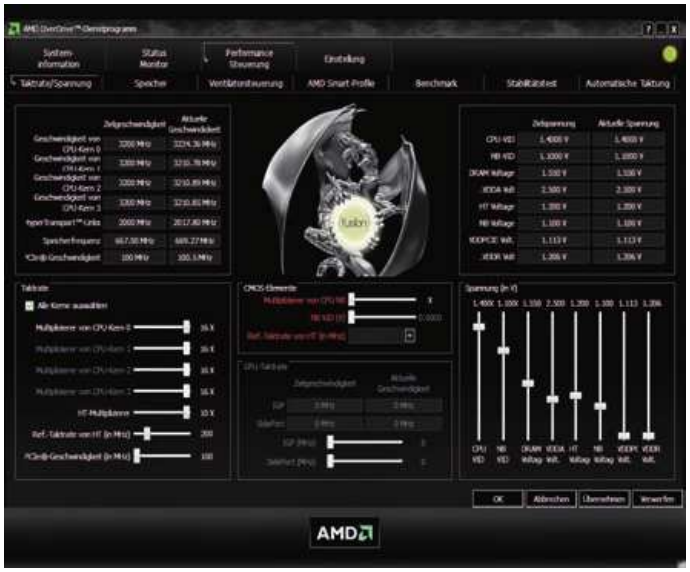
Phenom II im OC-Test

AMD hat nicht nur einen um zwei Kerne vergrößerten Prozessor auf den Markt gebracht, sondern integriert verschiedene Verbesserungen, die gerade das Thema „Overclocking" viel interessanter gestalten. Der Speichercontroller lässt nun endlich auch hoch getaktete RAM-Module zu – vorausgesetzt, diese sind für den Sockel AM3 optimiert. Obwohl der Phenom II X6 1090T viele Vorzüge vorzuweisen hat, ist er mit seinen knapp 250 Euro nicht ganz so attraktiv wie sein kleinerer, günstigerer Bruder: Mit diesem Guide und potenter Hardware können Sie den 1055T auch ohne freien Multiplikator mit Leichtigkeit über die 4-GHz-Marke übertakten. Jedoch liegt das Potenzial jedes Prozessors auf einem anderen Niveau, daher kann das Overclocking-Ergebnis von CPU zu CPU unterschiedlich sein.

Auswirkung des erhöhten Referenztaktes

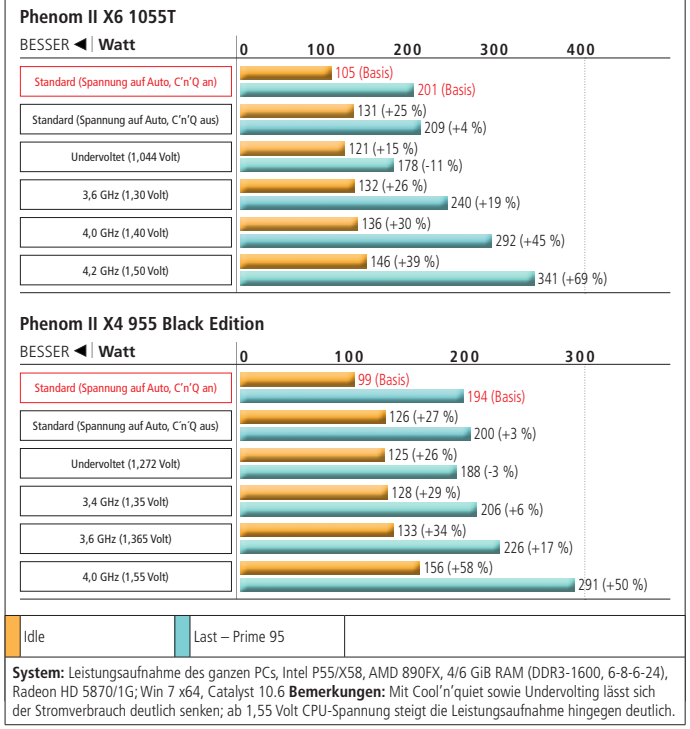
Speicher		DDR3-800	DDR3-1066	DDR3-1333	DDR3-1600
Teiler		1:4	1:5,33	1:6,67	1:8
Referenztakt	200	DDR3-800	DDR3-1066	DDR3-1333	DDR3-1600
	250	DDR3-1000	DDR3-1333	DDR3-1667	DDR3-2000
	300	DDR3-1200	DDR3-1600	DDR3-2000	DDR3-2400
	350	DDR3-1400	DDR3-1866	DDR3-2335	DDR3-2800

In dieser Tabelle erkennt man schön, welche Auswirkungen das Übertakten per Referenztakt auf den Speicher hat. Ebenfalls zu sehen ist, dass DDR3-800-Module gänzlich ungeeignet sind und DDR3-1066-RAM nur zu mäßigen Erfolgen führt. Module, die für DDR3-1600 oder DDR3-2000 geeignet sind, verschaffen den größten Spielraum. Letzterer kann jedoch erst bei einem Referenztakt von 250 MHz wirklich genutzt werden.



AMDs hauseigenes Overclocking-Tool mit dem Namen Overdrive verfügt über einen ähnlichen Konfigurationsumfang wie das BIOS selbst. Es ist sehr gut für Anfänger geeignet und funktioniert bei praktisch allen aktuellen Boards mit AMD-Chipsatz.

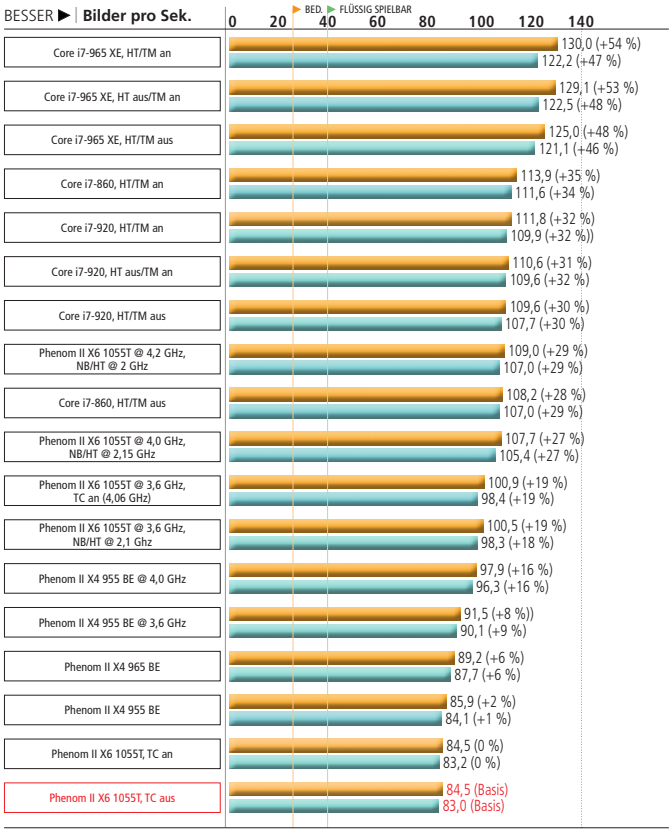
Leistungsaufnahme: Undervolting zahlt sich aus



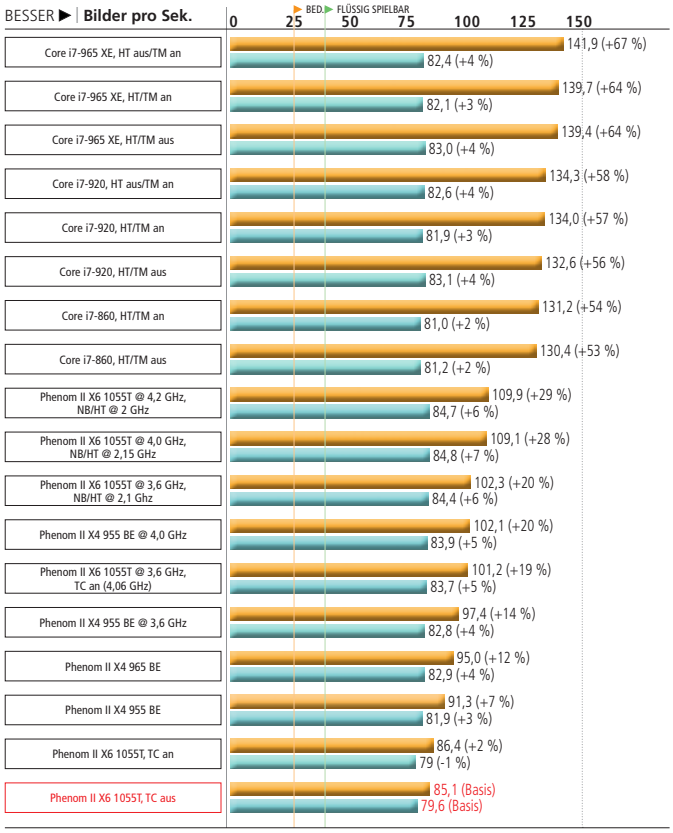
System: Leistungsaufnahme des ganzen PCs, Intel P55/X58, AMD 890FX, 4/6 GiB RAM (DDR3-1600, 6-8-6-24), Radeon HD 5870/1G; Win 7 x64, Catalyst 10.6 **Bemerkungen:** Mit Cool'n'quiet sowie Undervolting lässt sich der Stromverbrauch deutlich senken; ab 1,55 Volt CPU-Spannung steigt die Leistungsaufnahme hingegen deutlich.

Spiele: Overclocking zahlt sich aus; mehr als vier CPU-Kerne bringen nur selten einen Vorteil

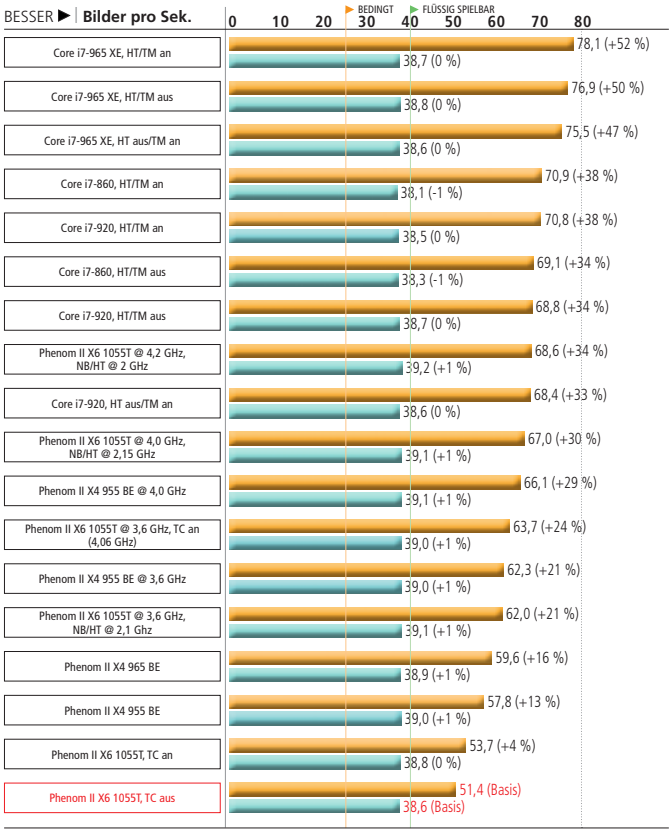
Resident Evil 5 – Fixed Benchmark maximale Details, DX10



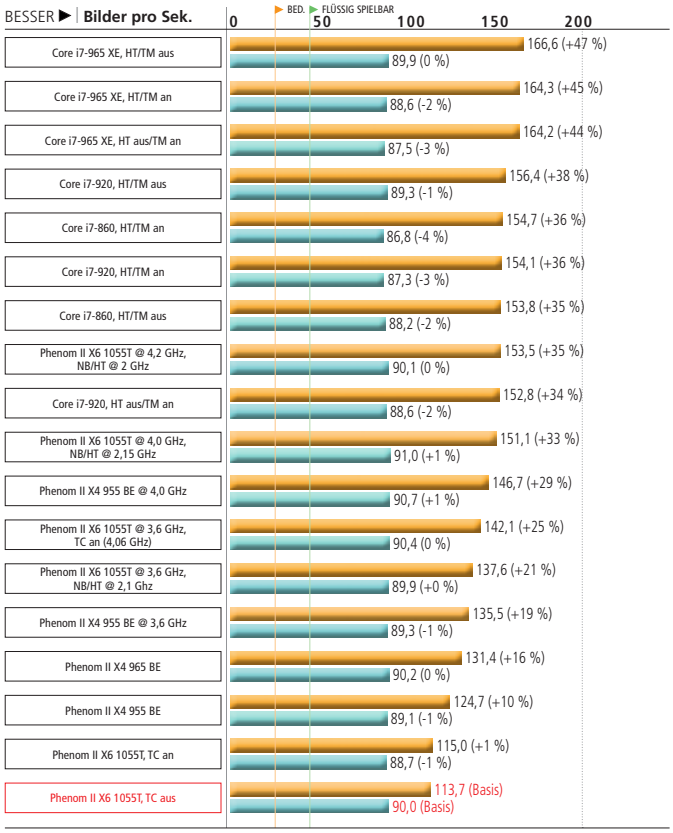
Far Cry 2 – „Ranch Small" Benchmark – maximale Details, High Performance, DX10



Crysis Warhead – Level „Ambush", Enthusiast, DX10, 64 Bit



Just Cause 2 - Integrierter Benchmark - max. Details

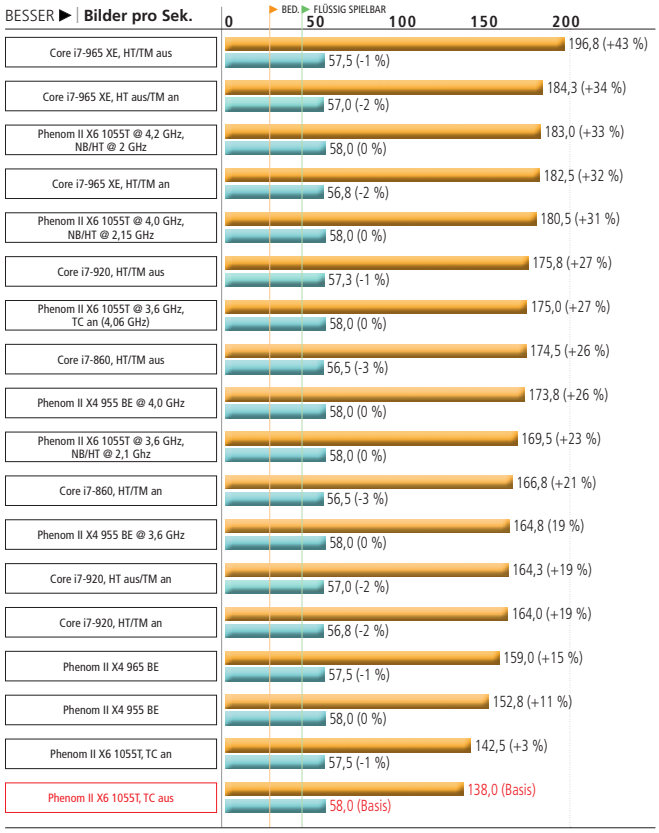


800 x 600 (AF/AA aus)	1.680 x 1.050 (4 x AA/16x AF)

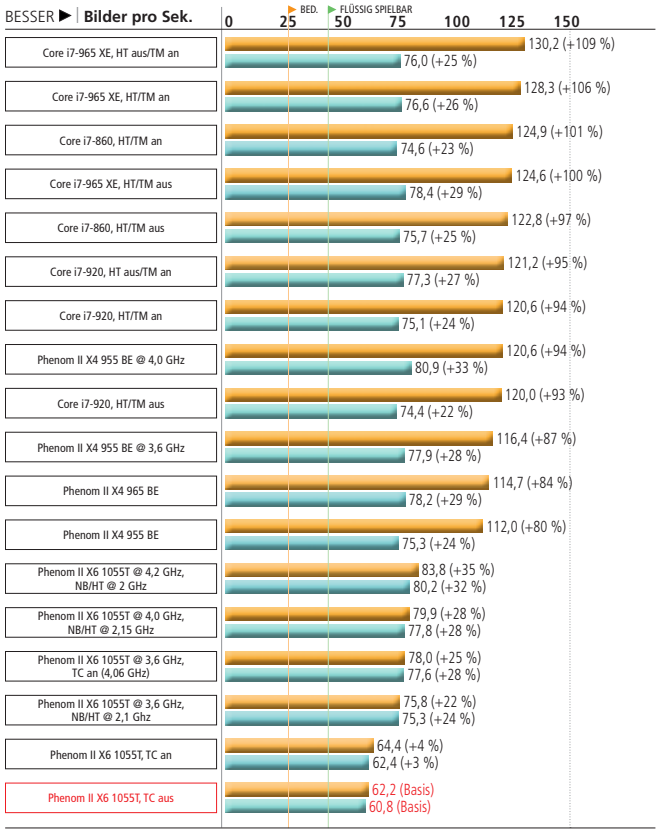
System: Geforce GTX 285 (1 GByte), Intel P45/P55/X58, AMD 790FX, 4/6 GiByte RAM; Win Vista x64 SP2, GF 186.18 (Q) **Bemerkungen:** Per Übertaktung von 2,8 auf 4,2 GHz ist der X6 1055T bis zu 35 Prozent schneller.

Spiele: Dank OC Intels teuren CPUs dicht auf den Fersen

Stalker: Call of Pripyat – maximale Details, DX 11 (Mittelwert aller vier Levels)



Dirt 2 Demo – maximale Details, DX11

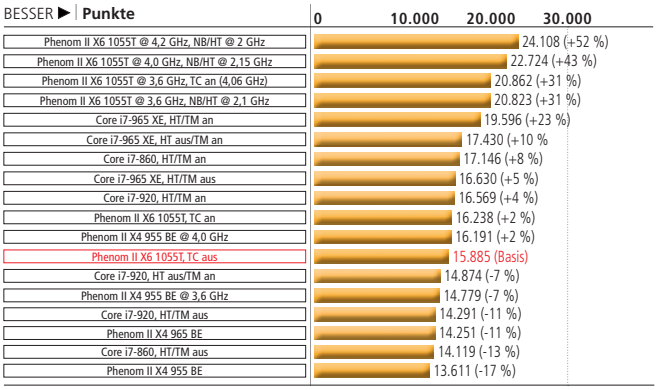


800 x 600 (AF/AA aus)	1.680 x 1.050 (4 x AA/16x AF)

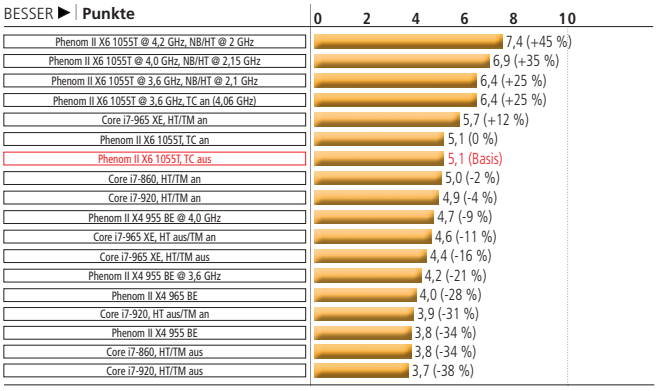
System: Gef. GTX 285 (1 GByte), Intel P45/P55/X58, AMD 790FX, 4/6 GiByte RAM; Win Vista x64 SP2, GF 186.18 (Q)

Anwendungen

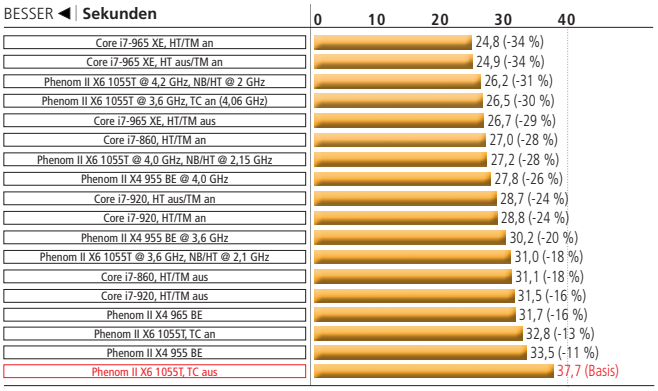
Cinebench R10, 64Bit – Rendering x-CPU



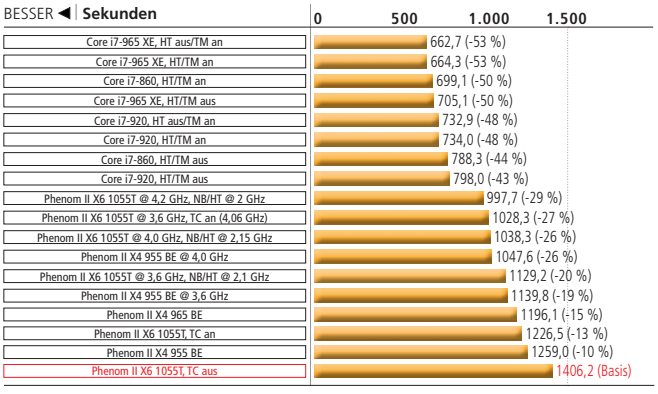
Cinebench R11.5, 64Bit – Rendering x-CPU



Hexus Pifast, 64Bit – Standard



Super Pi Mod 1.5 XS – 32M



Standard

System: Geforce GTX 285 (1 GByte), Intel P45/P55/X58, AMD 790FX, 4/6 GiByte RAM; Win Vista x64 SP2, GF 186.18 (Q) **Bemerkungen:** Bei entsprechend optimierten Anwendungen wie den beiden Cinebench-Versionen zahlen sich die sechs Kerne des 1055T aus. Super Pi nutzt hingegen nur einen Kern und liegt Intel-CPUs am besten.

Anwendungen

7-Zip – Kompression

BESSER ▶ | **KB/s**

Phenom II X6 1055T @ 4,2 GHz, NB/HT @ 2 GHz	18.462 (+36 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,0 GHz, NB/HT @ 2,15 GHz	18.250 (+35 %)
Core i7-965 XE, HT/TM an	17.144 (+27 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, NB/HT @ 2,1 GHz	16.702 (+23 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, TC an (4,06 GHz)	16.484 (+22 %)
Core i7-860, HT/TM an	15.194 (+12 %)
Core i7-920, HT/TM an	14.847 (+10 %)
Phenom II X6 1055T, TC aus	13.550 (Basis)
Phenom II X6 1055T, TC an	13.348 (-2 %)
Core i7-965 XE, HT aus/TM an	12.380 (-9 %)
Phenom II X4 955 BE @ 4,0 GHz	12.166 (-11 %)
Core i7-965 XE, HT/TM aus	11.958 (-13 %)
Phenom II X4 955 BE @ 3,6 GHz	11.193 (-21 %)
Phenom II X4 965 BE	10.746 (-26 %)
Core i7-920, HT aus/TM an	10.496 (-29 %)
Phenom II X4 955 BE	10.366 (-31 %)
Core i7-860, HT/TM aus	10.216 (-33 %)
Core i7-920, HT/TM aus	10.046 (-35 %)

x264HD - 720p Benchmark (Fps)

BESSER ▶ | **Bilder pro Sekunde**

Phenom II X6 1055T @ 4,2 GHz, NB/HT @ 2 GHz	39,7 (+48 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,0 GHz, NB/HT @ 2,15 GHz	37,8 (+41 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, TC an (4,06 GHz)	34,4 (+28 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, NB/HT @ 2,1 GHz	34,1 (+27 %)
Core i7-965 XE, HT/TM an	31,1 (+16 %)
Core i7-860, HT/TM an	27,3 (+2 %)
Phenom II X6 1055T, TC an	27,2 (+1 %)
Phenom II X6 1055T, TC aus	26,8 (Basis)
Core i7-920, HT/TM an	26,7 (0 %)
Phenom II X4 955 BE @ 4,0 GHz	26,1 (-3 %)
Core i7-965 XE, HT aus/TM an	25,6 (-5 %)
Core i7-965 XE, HT/TM aus	24,7 (-9 %)
Phenom II X4 955 BE @ 3,6 GHz	23,7 (-13 %)
Phenom II X4 965 BE	22,4 (-20 %)
Core i7-920, HT aus/TM an	22,1 (-21 %)
Core i7-860, HT/TM aus	21,5 (-25 %)
Phenom II X4 955 BE	21,2 (-26 %)
Core i7-920, HT/TM aus	21,0 (-28 %)

wPrime v1.55 – 1024M

BESSER ◀ | **Sekunden**

Phenom II X6 1055T @ 4,2 GHz, NB/HT @ 2 GHz	193,8 (-33 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,0 GHz, NB/HT @ 2,15 GHz	203,7 (-30 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, NB/HT @ 2,1 GHz	223,9 (-23 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, TC an (4,06 GHz)	226,5 (-22 %)
Core i7-965 XE, HT/TM an	237,1 (-18 %)
Core i7-860, HT/TM an	265,9 (-8 %)
Core i7-920, HT/TM an	274,4 (-5 %)
Phenom II X6 1055T, TC an	286,6 (-1 %)
Phenom II X6 1055T, TC aus	289,4 (Basis)
Core i7-965 XE, HT aus/TM an	307,2 (+6 %)
Core i7-965 XE, HT/TM aus	322,2 (+10 %)
Phenom II X4 955 BE @ 3,6 GHz	334,8 (+14 %)
Core i7-920, HT aus/TM an	353,3 (+18 %)
Phenom II X4 965 BE	356,7 (+19 %)
Core i7-860, HT/TM aus	359,3 (+19 %)
Core i7-920, HT/TM aus	369,6 (+22 %)
Phenom II X4 955 BE @ 4,0 GHz	380,5 (+24 %)
Phenom II X4 955 BE	384,5 (+25 %)

3D Mark Vantage - Standard (Punkte)

BESSER ▶ | **Punkte**

Phenom II X6 1055T @ 4,2 GHz, NB/HT @ 2 GHz	19.860 (+20 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,0 GHz, NB/HT @ 2,15 GHz	19.429 (+17 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, TC an (4,06 GHz)	18.894 (+14 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, NB/HT @ 2,1 GHz	18.878 (+14 %)
Core i7-965 XE, HT/TM an	18.515 (+11 %)
Core i7-860, HT/TM an	18.273 (+10 %)
Core i7-965 XE, HT/TM aus	18.046 (+9 %)
Core i7-920, HT/TM an	17.954 (+8 %)
Core i7-965 XE, HT aus/TM an	17.890 (+8 %)
Phenom II X4 955 BE @ 4,0 GHz	17.444 (+5 %)
Core i7-860, HT/TM aus	16.978 (+2 %)
Core i7-920, HT/TM aus	16.885 (+2 %)
Phenom II X6 1055T, TC an	16.822 (+1 %)
Phenom II X4 955 BE @ 3,6 GHz	16.620 (0 %)
Phenom II X6 1055T, TC aus	16.615 (Basis)
Core i7-920, HT aus/TM an	16.356 (-2 %)
Phenom II X4 965 BE	16.105 (-3 %)
Phenom II X4 955 BE	15.543 (-7 %)

Truecrypt - AES Twofish-Serpent-Mean

BESSER ▶ | **Punkte**

Phenom II X6 1055T @ 4,2 GHz, NB/HT @ 2 GHz	228 (+51 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,0 GHz, NB/HT @ 2,15 GHz	212 (+40 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, TC an (4,06 GHz)	194 (+28 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, NB/HT @ 2,1 GHz	193 (+28 %)
Phenom II X6 1055T, TC an	151 (0 %)
Phenom II X6 1055T, TC aus	151 (Basis)
Phenom II X4 955 BE @ 4,0 GHz	144 (-5 %)
Core i7-965 XE, HT/TM an	140 (-8 %)
Phenom II X4 955 BE @ 3,6 GHz	129 (-17 %)
Core i7-860, HT/TM an	122 (-24 %)
Phenom II X4 965 BE	122 (-24 %)
Core i7-920, HT/TM an	118 (-28 %)
Phenom II X4 955 BE	115 (-31 %)
Core i7-965 XE, HT aus/TM an	110 (-37 %)
Core i7-965 XE, HT/TM aus	106 (-42 %)
Core i7-920, HT aus/TM an	94 (-61 %)
Core i7-860, HT/TM aus	93 (-63 %)
Core i7-920, HT/TM aus	89 (-70 %)

Aquamark (inkl. 64 Bit Patch) - Standard (Punkte)

BESSER ▶ | **Punkte**

Core i7-965 XE, HT/TM aus	238,4 (+49 %)
Core i7-965 XE, HT aus/TM an	227,5 (+43 %)
Core i7-965 XE, HT/TM an	226,6 (+42 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,2 GHz, NB/HT @ 2 GHz	217,3 (+36 %)
Core i7-860, HT/TM an	206,9 (+30 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, TC an (4,06 GHz)	206,7 (+30 %)
Phenom II X6 1055T @ 4,0 GHz, NB/HT @ 2,15 GHz	206,4 (+29 %)
Phenom II X4 955 BE @ 4,0 GHz	204,5 (+28 %)
Core i7-860, HT/TM aus	204,3 (+28 %)
Core i7-920, HT/TM aus	203,3 (+27 %)
Core i7-920, HT aus/TM an	200,6 (+26 %)
Core i7-920, HT/TM an	199,6 (+25 %)
Phenom II X4 955 BE @ 3,6 GHz	189,8 (+19 %)
Phenom II X6 1055T @ 3,6 GHz, NB/HT @ 2,1 GHz	189,4 (+19 %)
Phenom II X4 965 BE	183,0 (+15 %)
Phenom II X4 955 BE	176,4 (+11 %)
Phenom II X6 1055T, TC an	173,5 (+9 %)
Phenom II X6 1055T, TC aus	159,6 (Basis)

Standard

System: Geforce GTX 285 (1 GByte), Intel P45/P55/X58, AMD 790FX, 4/6 GiByte RAM; Win Vista x64 SP2, GF 186.18 (Q) **Bemerkungen:** Bei den meisten von uns verwendeten Benchmarks lohnen sich mehr als vier CPU-Kerne – dementsprechend liegt der Phenom II X6 1055T (sechs Kerne) spätestens nach der Übertaktung vor dem deutlich teureren Core i7-965 XE (vier Kerne).

Die beiden Benchmarks Cinebench R10 (im Bild) und Cinebench R11.5 sind kostenlos und eignen sich sehr gut, um schnell und einfach die CPU-Leistung zu ermitteln.

Colin McRae: Dirt 2 unterstützt als eines der ersten Spiele DX11 und fordert sowohl CPU als auch Grafikkarte enorm.

COUGAR

COUGAR - YOUR POWER

Für Alle, die keine Kompromisse eingehen wollen...

design & innovation awards 2010
COMPUTEX TAIPEI

COUGAR GX

80 PLUS GOLD

80 PLUS GOLD

ALTERNATE · ATELCO Computer · aqua TUNING · hardware versand.de · BORA · HOH.de · Mindfactory · K&M Elektronik AG www.kmelektronik.de

Wichtige BIOS-Einstellungen für AMD-PCs am Beispiel des Asus Crosshair IV Formula

1 Extreme Tweaker

Die Registerkarte Extreme-Tweaker beinhaltet alle relevanten Overclocking-Optionen. Hier lassen sich die Taktraten und Spannungen sowie Multiplikatoren einstellen. Praktisch: Beim Auswählen der verschiedenen Konfigurationen sieht man im oberen Teil, wie hoch der Takt des Prozessors inklusive Turbo-Modus und der des Speichers ist.

2 CPU Level Up

Asus bietet für Besitzer einer Black-Edition-CPU vorkonfigurierte Overclocking-Werte an, mit denen Sie einfach einen jeweils schnelleren Prozessor oder einen höheren Takt als Ziel auswählen. Auch die Spannungen werden von dieser automatischen Übertaktungsfunktion selbst angepasst. Damit ist CPU Level Up eine praktische Funktion für OC-Neulinge. Erfahrene Nutzer sollten hingegen selbst herausfinden, in welche Taktbereiche sich die CPU bewegen lässt, denn die von CPU Level Up gewählten Spannungen sind meist unnötig hoch.

3 Ai Overclocking Tuner

Wird dieser Menüpunkt auf „Manual" gesetzt, lassen sich anschließend alle Taktraten manuell einstellen. Neben dem eigentlichen Prozessortakt kann der daraus resultierende Turbo-Core-Takt ebenfalls per Multiplikator konfiguriert werden. Dabei sollten Sie stets das Limit bei einer bestimmten Spannung beachten. In unserem Fall liegen 1,45 Volt im Turbo-Modus an. Mit diesem Polster können wir den CPU-Takt getrost per Multiplikator auf 4,05 GHz anheben.

Standardwerte

Ai Overclock Tuner	[Manual]
CPU Ratio	[Auto]
AMD Turbo CORE technology	[Enabled]
Turbo CORE Ratio	[Auto]
CPU Bus Frequency	[200]
PCIE Frequency	[100]
DRAM Frequency	[Auto]
CPU/NB Frequency	[Auto]
HT Link Speed	[Auto]

OC-Beispielwerte

Ai Overclock Tuner	[Manual]
CPU Ratio	[12.0]
AMD Turbo CORE technology	[Enabled]
Turbo CORE Ratio	[13.5]
CPU Bus Frequency	[300]
PCIE Frequency	[100]
DRAM Frequency	[1600MHz]
CPU/NB Frequency	[2100MHz]
HT Link Speed	[2100MHz]

4 DRAM Timing Configuration

Ein weiterer wichtiger Punkt beim Übertakten ist die Stabilität des Speichers. Um sicher zu sein, dass das RAM nicht als störender Faktor infrage kommt, sollten Sie alle Timings auf die vom Hersteller vorgegebenen Werte stellen. Wenn Sie den maximalen RAM-Takt ausloten möchten, sollten Sie die Latenzen 9-9-9-27 oder sogar noch höhere Werte auswählen. Oftmals entscheidet zudem die Command-Rate, ob ein System stabil läuft oder nicht. Wir empfehlen den sicheren Wert 2T. Die Module in unserem Test arbeiteten allerdings auch mit der Einstellung 1T, die einen minimalen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber 2T bietet.

Standardwerte

DRAM 1st Information : 9-9-9-24-5-33-10-4		DRAM Command Rate: 1T: DRAM address and control signals are driven for one MEMCLK cycle. 2T: One additional MEMCLK of setup time is provided on all DRAM address and control signals.
DRAM CAS# Latency	9 [Auto]	
DRAM RAS# to CAS# Delay	9 [Auto]	
DRAM RAS# PRE Time	9 [Auto]	
DRAM RAS# ACT Time	24 [Auto]	
DRAM READ to PRE Time	5 [Auto]	
DRAM Row Cycle Time	33 [Auto]	
DRAM WRITE Recovery Time	10 [Auto]	
DRAM RAS# to RAS# Delay	4 [Auto]	
DRAM 2nd Information : 8-2-5-4-4-110-7.8ms-1T		
DRAM READ To WRITE Delay	8 [Auto]	↔ Select Screen
DRAM WRITE To READ Delay(DD)	2 [Auto]	↑↓ Select Item
DRAM WRITE To READ Delay(SD)	5 [Auto]	+- Change Option

Schnelle OC-Beispielwerte

DRAM 1st Information : 9-9-9-24-5-33-10-4		DRAM Command Rate: 1T: DRAM address and control signals are driven for one MEMCLK cycle. 2T: One additional MEMCLK of setup time is provided on all DRAM address and control signals.
DRAM CAS# Latency	9 [6 CLK]	
DRAM RAS# to CAS# Delay	9 [8 CLK]	
DRAM RAS# PRE Time	9 [6 CLK]	
DRAM RAS# ACT Time	24 [24 CLK]	
DRAM READ to PRE Time	5 [Auto]	
DRAM Row Cycle Time	33 [Auto]	
DRAM WRITE Recovery Time	10 [Auto]	
DRAM RAS# to RAS# Delay	4 [Auto]	
DRAM 2nd Information : 8-2-5-4-4-110-7.8ms-1T		
DRAM READ To WRITE Delay	8 [Auto]	↔ Select Screen
DRAM WRITE To READ Delay(DD)	2 [Auto]	↑↓ Select Item

5 Spannungen

Die Spannungen der CPU- und Mainboard-Bestandteile sollten beim Overclocking immer auf einem festgesetzten Wert stehen, der innerhalb der Toleranzen bleibt. Dadurch verhindern Sie, dass die Komponenten zu starke Abwärme entwickeln oder durch zu hohe Spannung Schaden nehmen. Beim Einsatz einer Luftkühlung empfehlen wir eine Spannungssteigerung von 8 bis 10 Prozent. Bei Wasserkühlung dürfen es mehr als 10 Prozent sein. Asus kennzeichnet die Spannungen farbig, damit auch ungeübte Anwender erkennen, wann ein kritischer Wert erreicht ist. Für Extremübertakter, die auf flüchtige Kühlmittel wie Trockeneis oder flüssigen Stickstoff zurückgreifen, ist die Asus-Option Extreme Overvolting unentbehrlich.

Standardwerte

CPU Voltage	1.263	[1.300000]
CPU/NB Voltage	1.151	[1.150000]
CPU VDDA Voltage	2.514	[2.51250]
DRAM Voltage	1.561	[1.65000]

OC-Beispielwerte

CPU Voltage	1.263	[1.500000]
CPU/NB Voltage	1.151	[1.250000]
CPU VDDA Voltage	2.514	[2.20000]
DRAM Voltage	1.561	[Auto]

6 Loadline Calibration

Viele Mainboard-Hersteller wie Asus integrieren die Spannungsstabilisierung neuerdings auch bei AMD-Mainboards. Steht dieser Punkt auf „Enabled", dann steigt die CPU-Spannung unter Last leicht an. Dadurch läuft ein übertakteter Prozessor etwas stabiler. Trotzdem ist es für die CPU „gesünder", wenn die Spannung unter Rechenlast ein wenig fällt. Daher empfehlen wir, diesen Wert auf „Disabled" zu stellen, dafür aber die eigentliche Spannungseinstellung um ein paar Stufen anzuheben.

7 Menüpunkt „Advanced"

In diesem Menü befinden sich wichtige Optionen und Informationsbildschirme. So stehen beispielsweise im Unterpunkt „CPU Configuration" wichtige Daten des Prozessors. Außerdem lassen sich Stromspartechniken, Kerne und andere nützliche Features aktivieren beziehungsweise deaktivieren. Um die Stabilität des übertakteten Prozessors sicherzustellen, sollten Cool'n'quiet sowie C1E abgeschaltet sein.

AMD Phenom(tm) II X6 1055T Processor		Disabled Enabled
Revision: E0		
Cache L1: 768KB		
Cache L2: 3072KB		
Cache L3: 6MB		
Speed : 2800MHz		
uCode Patch Level : 0x10000BF		
Microcode Updation	[Enabled]	
Secure Virtual Machine Mode	[Enabled]	↔ Select Screen
Cool'n'Quiet	[Disabled]	↑↓ Select Item
C1E Support	[Disabled]	+- Change Option
ASUS Core Unlocker	[Disabled]	F1 General Help
CPU Core Activation	[Auto]	F10 Save and Exit
		ESC Exit

8 Menüpunkt „Power"

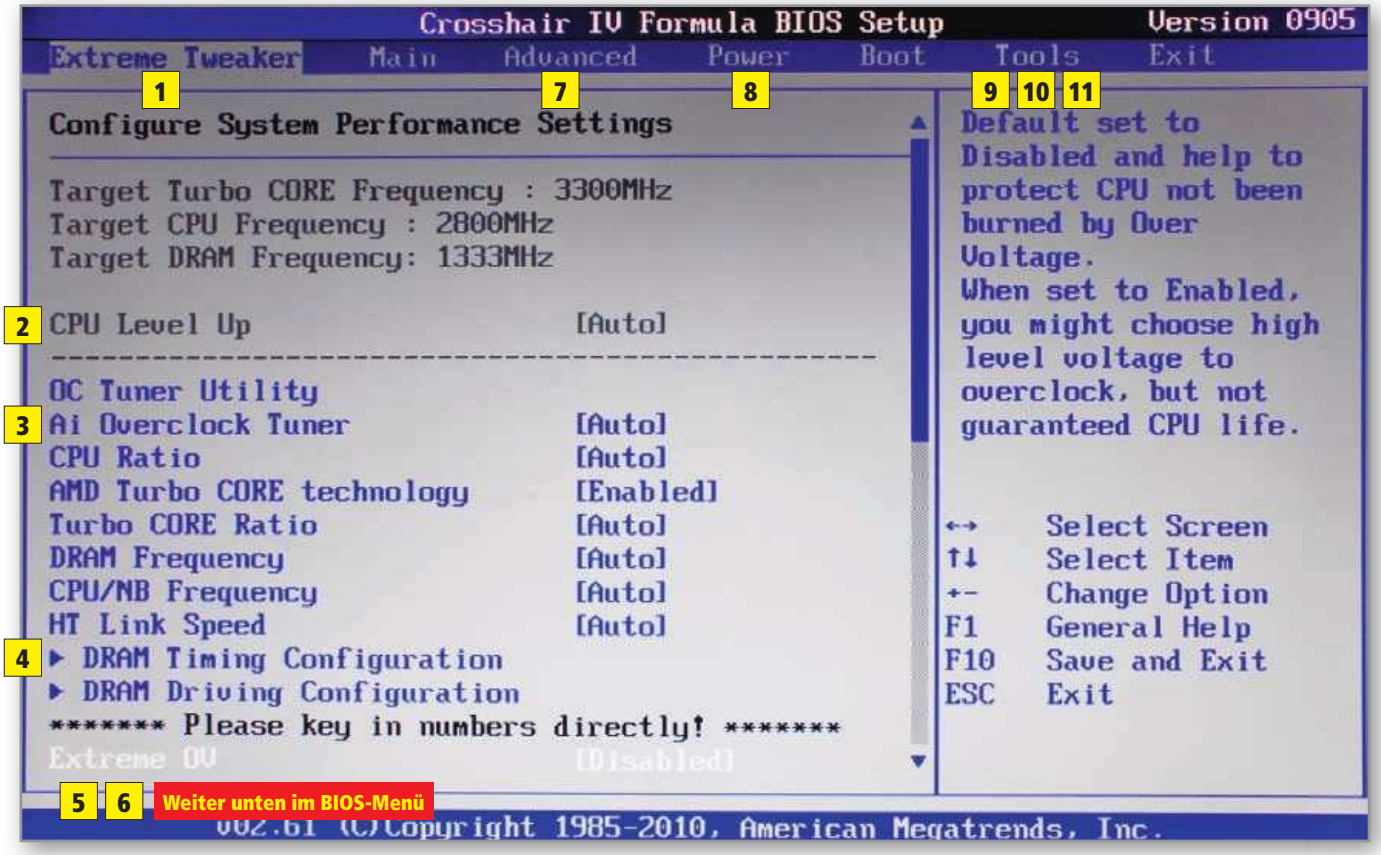
Unter „Power" versteckt sich ein weiterer wichtiger Unterpunkt, nämlich „Hardware-monitor". Darin finden Sie viele Werte, die von den Mainboard-Sensoren ausgelesen werden. Neben den Lüftergeschwindigkeiten zählen die Temperatur- und Spannungsanzeigen zu den wichtigsten. Wer übertaktet, kann also schon im BIOS sehen, ob alles im grünen Bereich ist.

Anzeige der Spannungen

CPU Voltage	[1.263V]
CPU/NB Voltage	[1.144V]
CPU VDDA Voltage	[2.514V]
DRAM Voltage	[1.561V]
HT Voltage	[1.210V]
NB Voltage	[1.111V]
SB Voltage	[1.111V]
3.3V Voltage	[3.280V]
CPU Voltage	[1.456V]

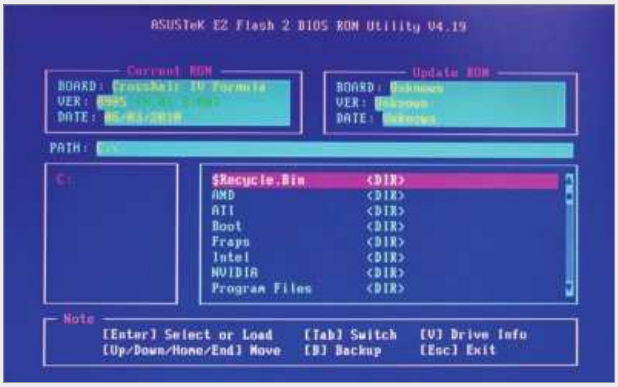
Anzeige der Temperaturen

CPU Temperature	[37°C/98.5°F]
MB Temperature	[46°C/114.5°F]
SB Temperature	[42°C/107.5°F]
OPT TEMP 1 Temperature	[N/A]
OPT TEMP 2 Temperature	[N/A]
OPT TEMP 3 Temperature	[N/A]
SB Overheat Protection	[100°C]



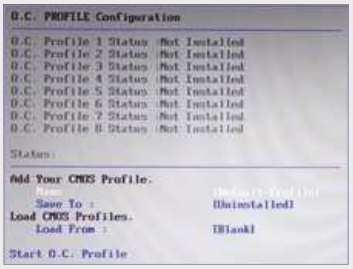
9 EZ-Flash 2

Das ins BIOS integrierte Update-Tool „EZ-Flash 2" ermöglicht es dem Benutzer, das „Basic Input Output System" per Datei von der Festplatte, dem USB-Stick oder sonstigen Medien zu aktualisieren. Es empfiehlt sich, eine halbwegs aktuelle Version zu verwenden, um Hardware-Inkompatibilitäten zu vermeiden und Fehlern aus dem Weg zu gehen sowie auf die volle Performance zurückgreifen zu können. Ein BIOS-Flash kann jedoch fehlschlagen und sollte daher nur von erfahrenen Anwendern durchgeführt werden. Nach einem misslungenen Update startet das System nicht mehr und das Problem lässt sich oft nur sehr aufwendig wieder beseitigen. Ebenso umstritten sind Tools, die das BIOS unter dem Betriebssystem aktualisieren. Viel zu viele Faktoren und laufende Programme können dabei stören. Neben Asus bieten Gigabyte und MSI ähnliche Funktionen im BIOS aktueller Platinen.



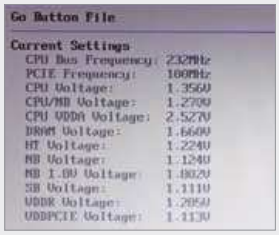
10 OC-Profile

Viele aktuelle Boards bieten dem Anwender die Möglichkeit, die aktuellen BIOS-Einstellungen als Profil abzusichern – ähnlich wie ein Savegame bei einem Spiel. So können Sie beispielsweise einen stabilen Zwischenstand speichern, während Sie sich schrittweise an das Taktmaximum herantasten. Beim Crosshair IV Formula stehen acht Profile zur Auswahl.



11 Weitere OC-Besonderheiten

Viele Hersteller bieten weitere innovative Funktionen im BIOS an. Bei Asus gehört der konfigurierbare „Go-Button" dazu. Dieser lässt sich mit einer eigenen Übertaktungseinstellung für Referenztakt und Spannungen versehen. Beim Druck auf den Knopf taktet sich das System selbstständig auf den vorgegebenen Wert. Diese Funktion kann auf zwei Arten hilfreich sein: Zum einen können Gelegenheitsspieler ihren PC für anspruchsvolle Spiele auf Knopfdruck beschleunigen; auf der anderen Seite profitieren Extrem-Übertakter von dieser Taste, um Werte, mit denen das System nicht mehr startet, erst unter Windows zu laden.



16 Prozessoren geprüft – so lassen sich AMD-CPUs freischalten

Kerne und Cache gratis

Bei einer Vielzahl aktueller AMD-Prozessoren handelt es sich um Modelle mit teildeaktivierten Einheiten. Mit etwas Glück lässt sich das in ihnen steckende Potenzial nutzen.

Nicht immer steckt in einem Prozessor das, was auf der Packung steht. Hinter manchem Zwei- oder Dreikerner von AMD verbirgt sich in Wahrheit ein Quadcore und nicht immer steckt bei einem Chip ohne L3-Cache auch tatsächlich weniger Speicher unter der Haube.

Ökonomisches Denken

Genauso wie Sie beim PC-Upgrade darauf achten, für Ihr Geld die bestmöglichen Komponenten zu erhalten, versuchen Chiphersteller, möglichst effizient mit ihren Ressourcen umzugehen. Hauptsächlich ökonomische Überlegungen verleiten Hersteller dazu, CPUs mit teildeaktivierten Einheiten auf den Markt zu bringen: AMD betonte zum Launch des Phenom I immer wieder, dass es sich bei dem Prozessor um einen nativen Quadcore handelt, also keinen Vierkerner, der sich aus zwei Dualcores wie die Core-2-Quad-CPUs oder – auch denkbar, aber bisher weder von AMD noch von Intel realisiert – vier Singlecores zusammensetzt.

Obwohl dieses native Design einige Vorteile mit sich bringt, stellt es vor allem einen Kosten- und Risikofaktor dar. Die Chance, dass mindestens einer von vier Kernen defekt ist, ist höher als bei einem Zweikerner. Anstatt die Dies mit einem defekten Kern als Ausschuss zu entsorgen, können sie aber als funktionstüchtige Dreikerner verkauft werden. Das gleiche Prinzip lässt sich beim L3-Cache anwenden: Ist ein geringer Teil defekt, kann aus dem Die ein Prozessor mit einem kleineren L3-Cache werden. Ist er zu großen Teilen funktionsuntüchtig, so kann er vollständig deaktiviert werden, um einen einwandfreien Prozessor zu erhalten. Wäre die Ausbeute der einzige Grund für das Teildeaktivieren von Prozessoreinheiten, wäre das Freischalten nur dann von Erfolg gekrönt, wenn AMD regelmäßig CPUs aussortiert, die im Alltag mit allen Einheiten stabil laufen. Da die internen Tests auch Eigenschaften berücksichtigen, die im häuslichen Einsatz nicht immer von Relevanz sind, ist dies zwar sicher des Öfteren der Fall, aber nicht die einzige Erklärung für teildeaktivierte Prozessoreinheiten.

Eine wichtige Rolle spielen taktische Überlegungen, die sich an den Bedürfnissen des Markts ausrichten. Falls mehr günstige CPUs mit teildeaktivierten Bereichen nachgefragt werden, als ausschussbedingt anfallen, ist es naheliegend, den Bedarf zu decken, indem funktionierende Prozessoren beschnitten werden. Auf diese Art lassen sich bestimmte Marktbereiche abdecken, ohne neue Chipdesigns anfertigen zu müssen oder Belichtungsmasken zu wechseln. Besonders am Vorgehen von AMD ist allerdings, dass die Einheiten zumindest bei einigen Exemplaren nur per Software deaktiviert werden. Im Gegensatz zu einer endgültigen Lösung, z. B. dem Durchtrennen von Leiterbahnen mittels Laser, lässt sich die Teildeaktivierung ohne Hardware-Modifikation wieder rückgängig machen.

Bonusmaterial

www

Bonuscode
2747

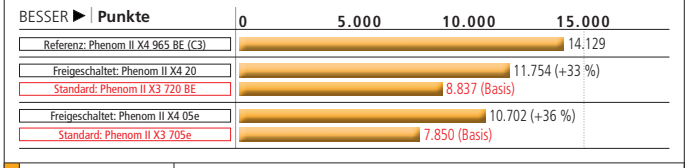
Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Mainboard-Eignung

Um Funktionseinheiten von AMD-CPUs freischalten zu können, benötigen Sie ein Mainboard, das die Funktion Advanced Clock Calibration (ACC) unterstützt. Ursprünglich wurde ACC hauptsächlich von

Kerne freischalten: Leistungsgewinn in Anwendungen

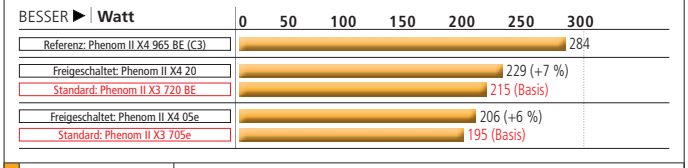
Cinebench R10 64 Bit x-CPU



System: Asus M3A79-T Deluxe (BIOS 1501), 2 x 2 GiByte DDR2-1066 (5-5-5-15 2T), Radeon HD 4870/1G; Windows 7 x64, Catalyst 10.3 (AI Standard) **Bemerkungen:** Mehrkernoptimierte Anwendungen skalieren gut mit der Kernanzahl. Sowohl der X3 705e als auch der X3 720 BE legen dank Freischaltung um knapp 3.000 Punkte zu.

Kerne freischalten: Leistungsaufnahme

Volllast (Core Damage), Energiesparoptionen deaktiviert, Messgerät Wattsup Pro



System: Asus M3A79-T Deluxe (BIOS 1501), 2 x 2 GiByte DDR2-1066 (5-5-5-15 2T), Radeon HD 4870/1G; Windows 7 x64, Catalyst 10.3 (AI Standard) **Bemerkungen:** Der vierte Kern erhöht die Leistungsaufnahme beim X3 705e um 11 Watt, beim X3 720 BE um 14 Watt. Ein höher taktender X4 965 BE genehmigt sich deutlich mehr.

Übertaktern verwendet, da sich manche Phenom-I-CPUs etwas besser übertakten ließen. Ausgiebiges Testen und Herumexperimentieren war allerdings erforderlich, zum Teil sorgte ACC auch für eine Verringerung des Overclocking-Potenzials. Mit den Phenom-II-Modellen erübrigte sich dann diese BIOS-Option dank interner Optimierungen, bis experimentierfreudige Anwender herausfanden, dass sich mit ACC aus Sparmodellen vollwertige Deneb-Prozessoren mit vier Kernen und sechs MiByte L3-Cache machen lassen.

Grundsätzlich geeignet für Freischaltversuche sind alle Mainboards mit den AMD-Southbridges SB710, SB750 und der neuen SB850. Diese finden sich sowohl auf neuen 890GX-Boards als auch auf älteren Platinen mit einer Chipsatz-Northbridge aus der 7xx-Modellreihe. Andere Southbridge-Chips wie der SB700 oder SB600 bieten keine ACC-Unterstützung. Nvidia präsentierte mit einiger Verzögerung eine eigene Variante von ACC, nämlich die Funktion Nvidia Clock Calibration (NVCC), die es ebenfalls ermöglicht, deaktivierte Prozessorbereiche zu nutzen und unter anderem von einigen 980a-SLI- und Geforce-8200-Boards unterstützt wird.

Wenn der Chipsatz ACC unterstützt, ist das aber nur die halbe Miete – entscheidend ist, ob die Funktion im BIOS aktiviert werden kann. Während früher bei der Aktivierung von ACC automatisch die Freischaltung erfolgte, haben die meisten Hersteller mittlerweile eine separate Freischaltfunktion implementiert, die sich manchmal erst dann auswählen lässt, wenn ACC aktiv ist. Einen Sonderweg geht Asrock und implementiert bei einigen Mainboards einen Zusatzchip auf der Platine, der das Freischalten auch mit Mainboards ermöglicht, deren Chipsatz sonst nicht dafür geeignet ist, zum Beispiel dem Geforce 7025/630a. Diese Mainboards werden mit dem Namensbestandteil UCC (Unlock CPU Core) beworben.

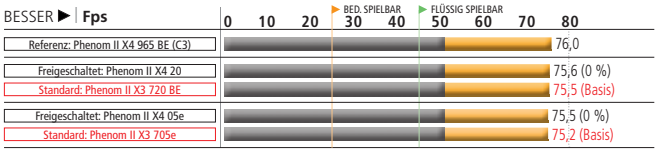
Erfolgschancen

Insgesamt 16 Prozessoren testeten wir für diesen Artikel, darunter vier Exemplare, die uns von www.notebooksbilliger.de zur Verfügung gestellt wurden: zwei Phenom II X3 720 BE, einen X3 710, drei X3 705e, einen X2 550 BE, einen Athlon II X4 635, einen X4 630, zwei X4 620, einen X3 440 und einen X2 435; außerdem sind mit dem Phenom X3 8750 und jeweils einem Athlon X2 7850 BE und X2 7750 BE auch 65-nm-CPUs vertreten. Unter dem BONUSCODE 2747 finden Sie die vollständige Heatspreader-Aufschrift sämtlicher getesteter Prozessoren.

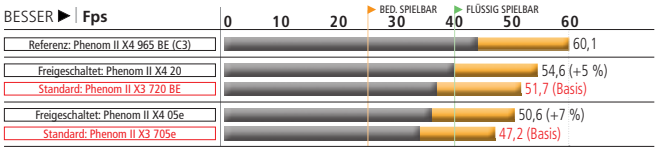
Obwohl sich prinzipiell alle dieser CPUs freischalten lassen, gelang uns dies lediglich bei mehreren Phenom-II-X3-Prozessoren. Nach dem Aktivieren des Unleashing Mode im BIOS wurden die Chips als Phenom II X4 20 beziehungsweise X4 05e erkannt. Hierbei handelt es sich natürlich um keine offiziellen Bezeichnungen von AMD, da alle im Handel erhältlichen Vierkerner ohne ACC/Unleashing Mode als Quadcore-CPUs laufen. Zu vergleichen ist ein X4 20 mit einem Phenom II X4 925 mit offenem Multiplikator, der X4 05e entspricht einem X4 905e. Bei vergangenen Tests gelang es uns, einen Phenom II X2 550 BE in einen Vierkerner zu verwandeln und die deaktivierten 6 MiByte L3-Cache eines Athlon II X4 620 zum Leben zu erwecken. In der Praxis eignen sich also nicht nur Phenom-II-X3-CPUs für Freischaltversuche, die Erfolgsquote scheint bei diesen Modellen aber am höchsten zu sein. ▷

Kerne freischalten: Leistungsgewinn in Spielen

Call of Duty: Modern Warfare 2, PCGH-Spielstand „Der Gulag" – maximale Details



Dragon Age: Origins v 1.00, PCGH-Spielstand „Ostagar" – maximale Details



System: Asus M3A79-T Deluxe (BIOS 1501), 2 x 2 GiByte DDR2-1066 (5-5-5-15 2T), Radeon HD 4870/1G; Windows 7 x64, Catalyst 10.3 (AI Standard) **Bemerkungen:** Von einer typischen Mittelklassekarte wie der HD 4870 wird bereits ein X3 705e in CoD: MW2 limitiert. In Dragon Age wird die Mehrleistung besser umgesetzt.

Keine Temperaturinformationen mit Zusatzkern

Phenom II X3 705e, ACC deaktiviert

Phenom II X3 705e, ACC aktiviert

Phenom II X4 05e

Standardmäßig können AMD Overdrive und Core Temp die Kerntemperatur des Phenom II X3 705e auslesen, auch mit aktivierter ACC ändert sich daran nichts. Sobald der vierte Kern freigeschaltet ist, erhalten Sie falsche, unsinnige Werte.

Mehr Kerne, mehr Leistung

Sparfüchse, die aufgrund der Freischaltoption zu einem funktionsreduzierten AMD-Prozessor greifen, sollten sich darüber im Klaren sein, dass zusätzliche Kerne nur dann zu mehr Leistung verhelfen, wenn die Grafikkarte in einem Spiel nicht die Framerate limitiert und die Engine von zusätzlichen Kernen profitiert. Mit einer Radeon HD 4870/1G erreicht bereits ein Phenom II X3 705e in *Call of Duty: Modern Warfare 2* durchschnittlich 75,2 Fps, selbst ein Phenom II X4 965 BE erreicht aber nur 76 Fps. Kommt ein eher CPU-lastiges Spiel wie *Dragon Age: Origins* zum Einsatz, zahlt sich das Freischalten eher aus: Der Phenom II X4 05e liegt sieben Prozent vor dem X3 705e, rund 3 Fps mehr bringt der Sprung vom X3 720 BE auf den X4 20 BE.

Mehrkernoptimierte Anwendungen profitieren von Quadcore-CPUs meistens deutlich stärker als Spiele. Cinebench setzt die um ein Drittel höhere Rohleistung der X4-Prozessoren direkt um. Die Leistungsaufnahme steigt durch das Aktivieren des vierten Kerns nur geringfügig an. Beim X3 705e genehmigt sich der vierte Kern unter Volllast 11 Watt zusätzlich, beim X4 20 zeigt das Messgerät einen um 14 Watt höheren Wert an als beim X3 720 BE. Bemerkenswert: Der Vierkerner X4 05e ist genügsamer als der Dreikerner X3 720 BE. Hier zahlt sich aus, dass der X3 705e, der sich zum X4 05e freischalten lässt, ein Energiesparmodell ist und mit einer niedrigeren Kernspannung betrieben wird.

Kaufempfehlung

Die Produktpalette von AMD erstreckt sich nur über einen relativ geringen Preisbereich, sodass das Einsparpotenzial durch das Freischalten nicht allzu groß ausfällt. Ein Phenom II X2 545 kostet 75 Euro und entspricht mit zwei zusätzlichen Kernen einem X4 925, den Sie für 120 Euro erstehen können. In diesem Fall haben Sie zwar 45 Euro gespart, falls das Vorhaben nicht gelingt, sind Sie aber lediglich im Besitz eines Dualcores und müssen auf 50 Prozent der Leistung verzichten. Gelingt das Freischalten des L3-Cache eines 85 Euro teuren Athlon II X4 630, haben Sie im Vergleich zum X4 925 35 Euro gespart. Bei diesem Prozessor lohnt sich das Risiko eher, da Sie in jedem Fall einen zukunftstauglichen Vierkerner haben und der L3-Cache häufig nur etwa 5 Prozent Mehrleistung bringt. Falls Sie mit einer günstigen AMD-CPU unter 100 Euro liebäugeln, sollten Sie sich nicht darauf verlassen, dass die Freischaltung gelingt, und besser zu einem Athlon II X4 als zu einem Phenom II X2 greifen. Falls Sie bereits eine prinzipiell geeignete CPU besitzen, lohnt sich auf jeden Fall ein Versuch – im schlimmsten Fall steht ein CMOS-Reset an. Der Singlecore Sempron 140 ist selbst als Dualcore kein besonders spieletauglicher Prozessor. *(sw)*

Meinungen aus der Redaktion

Stephan Wilke

Als die Freischaltoption publik wurde, musste ich sofort an die Pipeline-Modifikationen älterer Grafikkarten denken, die unter Spielern sehr beliebt waren und es ermöglichten, die Leistung deutlich teurerer Grafikkarten zu erreichen. Das Freischalten von AMD-CPUs ist leider nicht so verlockend: Die Preisunterschiede zwischen funktionsreduzierten und vollwertigen Chips sind sehr gering und für die Erfolgsaussichten gilt leider das Gleiche. Daher empfehle ich niemandem, einen Prozessor auf gut Glück zu kaufen und zu hoffen, dass die Freischaltung gelingt. Dennoch: Als es mir vor einigen Wochen gelang, einen Phenom II X2 550 BE in einen Vierkerner zu verwandeln, konnte ich mir ein Grinsen nicht verkneifen – das P/L-Verhältnis ist kaum zu schlagen.

Freischaltbare AMD-Prozessoren

Modell	Kern	Belichtungsmaske	Freischaltbare Kerne	Freischaltbarer L3-Cache
Phenom II X3 7xx (BE)	Heka	Deneb	1	-
Phenom II X2 5xx (BE)	Callisto	Deneb	2	-
Phenom X3 8xx0 (BE)	Toliman	Agena	1	-
Athlon II X4 6xx(e)	Propus	Propus/Deneb	-	6 MiByte (falls Deneb-Maske)
Athlon II X3 4xx(e)	Rana	Propus	1	-
Athlon X2 6500 BE/7xx0 (BE)	Kuma	Agena	2	-
Sempron 140	Sargas	Regor	1	-

Schritt für Schritt: So klappt das Freischalten am Beispiel eines Phenom II X3 705e auf einem Asus M3A79-T Deluxe

1

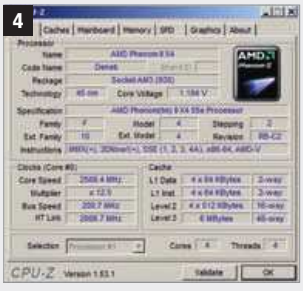
Freischalten lassen sich nur CPUs mit teildeaktivierten Bereichen. Der Phenom II X3 705e (Bild 1) bietet 6 MiByte L3-Cache wie Denebs, wurde aber wie alle Dreikerner um einen Kern beschnitten. Dieser lässt sich mit etwas Glück aktivieren.

2

Im BIOS müssen Sie Advanced Clock Calibration aktivieren (Bild 2), sodass der Unleashing Mode zur Verfügung steht. Schalten Sie auch diesen ein (Bild 3).

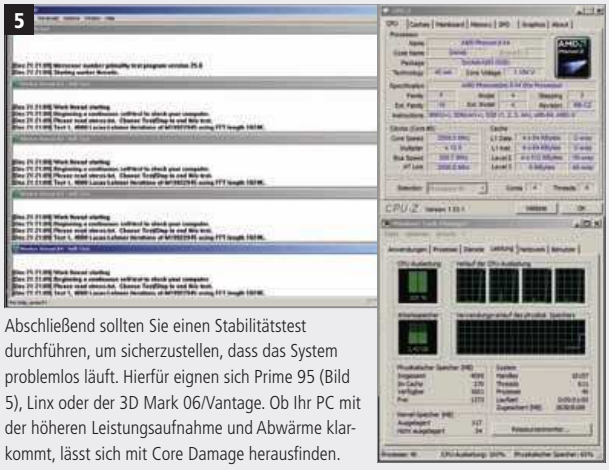
3

4



Wenn der PC nach dem Speichern der BIOS-Einstellungen startet, wird die CPU ab sofort als Phenom II X4 05e erkannt (Bild 4). Startet der PC nicht, hilft im Notfall ein CMOS Reset.

5



Abschließend sollten Sie einen Stabilitätstest durchführen, um sicherzustellen, dass das System problemlos läuft. Hierfür eignen sich Prime 95 (Bild 5), Linx oder der 3D Mark 06/Vantage. Ob Ihr PC mit der höheren Leistungsaufnahme und Abwärme klarkommt, lässt sich mit Core Damage herausfinden.

3 x PCGH + Prämie

Testen Sie PC Games Hardware im Miniabo + Gratis-Extra für € 10,50!

be quiet! SilentWings PURE 120mm*

- Geräuscharmer Betrieb und hoher Luftdurchsatz durch strömungsoptimierte Lüfterblätter
- Niedrige 4-Volt-Startspannung durch ein intelligentes Motorkonzept
- Lebensdauer von 200.000 Std. durch das hochwertige Rifle-Lager
- Optimales Verhältnis von Kühlung und Lautstärke

***WICHTIG:** Nur solange Vorrat reicht!

IHRE VORTEILE:

Kostenlose Prämie

Keine Versandkosten

Bis zu 9 % Preisvorteil gegenüber Einzelkauf

GRATIS!

PC GAMES HARDWARE MINI-ABO (DVD)
Nur online bestellbar unter:
www.pcgh.de/go/abo

be quiet!®

Abo unter www.pcgh.de/go/abo abschließen und eine Prämie aussuchen!

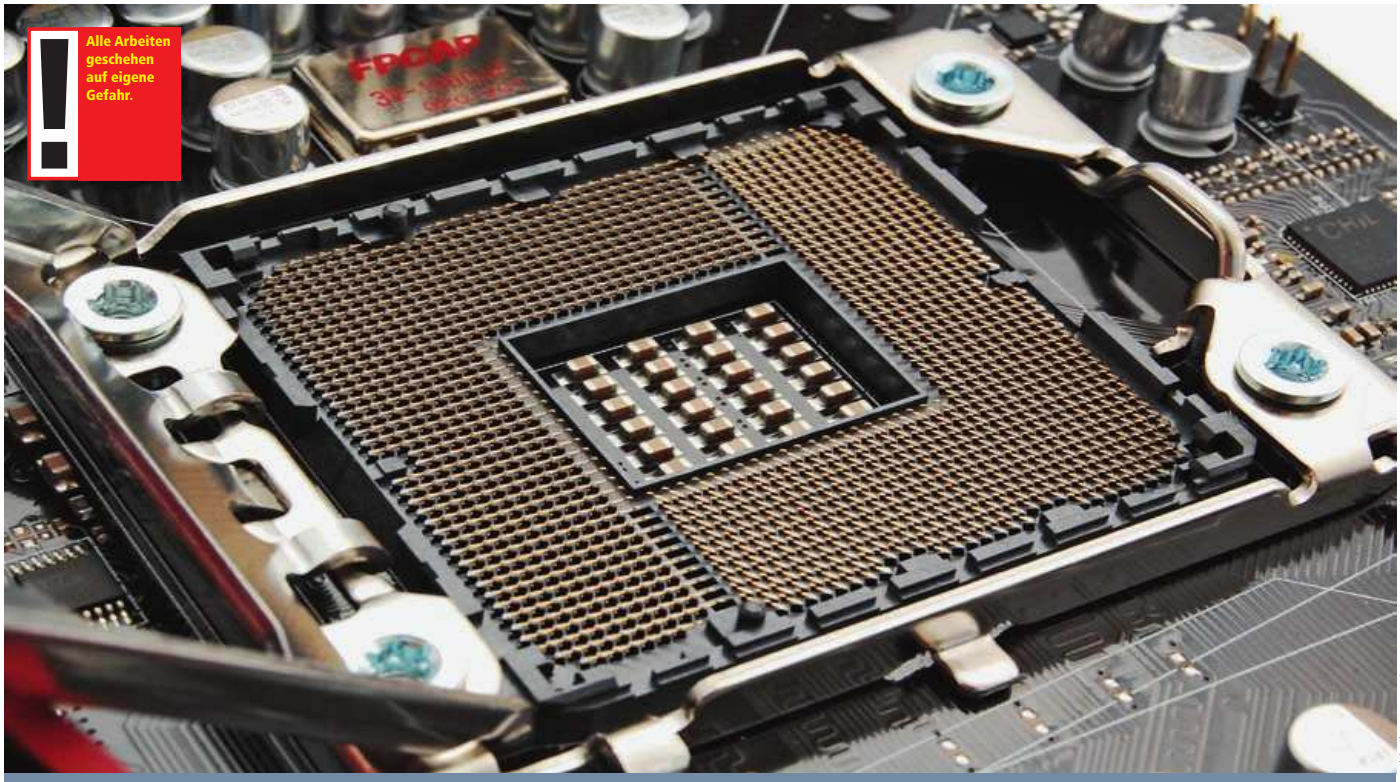


Bild: Christian Beck

Bis zu 60 Prozent mehr CPU-Leistung gratis

Core i5/i7 übertakten

Leistungsreserven mittels Overclocking freilegen: Wir überprüfen die beliebten Sockel 1156 und 1366 auf Übertaktbarkeit und geben wichtige Tipps zum richtigen Overclocking.

Wenn es um die Leistungsfähigkeit eines Rechners geht, spielt der Hauptprozessor neben der Grafikkarte mit die wichtigste Rolle. Muss für aktuelle Spiele mehr Leistung her, ist nicht zwingend ein Komponentenwechsel notwendig, schließlich bringen gerade moderne Intel-Prozessoren von Haus aus ein großes Übertaktungspotenzial mit.

Die Garantie ist futsch

Wenn man nebst der Taktrate auch die Spannungen des Hauptprozessors anhebt, sinkt die Lebensdauer des PCs und das Defektrisiko steigt. Händler oder Hersteller übernehmen daher keinerlei Haftung für Defekte, die durch den Betrieb außerhalb der Spezifikationen hervorgerufen werden. Dies gilt im Übrigen auch für spezielle Übertakter-Prozessoren, etwa die Extreme-Edition-Serie von Intel. Auch hier wird trotz offener CPU-Multiplikatoren nur der Betrieb innerhalb der Spezifikationen von Garantie und Gewährleistung abgedeckt. Mit der richtigen Vorgehensweise und einem kühlen Kopf lässt sich das Risiko aber sehr niedrig halten und Defekte durch Overclocking lassen sich beinahe ausschließen.

Modellübersicht

Acht Core-i5- und 13 Core-i7-Prozessoren tummeln sich gegenwärtig auf dem Markt – Tendenz weiter steigend. Die Auswahl ist sehr groß, sodass sich der geneigte Übertakter bereits vor dem Kauf gut informieren sollte, um eine passende CPU zu finden. Grundsätzlich bieten die Modelle mit den kleinsten Taktraten die größte Übertaktbarkeit, basieren sie doch meist auf ein und derselben Architektur wie die größeren Brüder, die mit deutlich mehr Taktrate daherkommen und deshalb näher am Takt-Limit arbeiten. Unsere Tabelle auf der kommenden Seite gibt einen kleinen Überblick über eine Auswahl an verfügbaren Modellen.

Übertakter-Empfehlungen

Wer Benchmark-Rekorde brechen will, greift zu den Topmodellen mit offenem Multiplikator. Für die Topmodelle i7-980X und i7-875K muss man dabei allerdings unverhältnismäßig tief in die Tasche greifen. Bei Weltrekord-Versuchen mit Taktraten jenseits der fünf Gigahertz unter Einsatz von flüssigem Stickstoff sind diese CPUs aber unumgänglich.

Wer dagegen mit Luft- oder Wasserkühlung übertaktet, wird auch mit kleineren Modellen glücklich und spart zudem eine Menge Geld. Können Sie dabei auf virtuelle Kerne (Hyperthreading) verzichten, dürfte der i5-750 für den Sockel 1156 der richtige Chip für Sie sein. Hier gibt es, ausgehend von 2,67 GHz Taktfrequenz, erstklassiges Übertaktungspotenzial und echte vier Rechenkerne bereits ab rund 175 Euro.

Wer dagegen ein Freund von Hyperthreading ist, sollte sich den Core i5-655K für rund 205 Euro näher anschauen. Hier wartet die Westmere-Architektur mit zwei physischen Rechenkernen in 32 nm Stukturbreite auf (3,2 GHz Taktfrequenz), was der CPU zu guter Übertaktbarkeit verhilft. Besonderes Schmankerl: Die CPU hat trotz des geringen Preises einen nach oben offenen Multiplikator, was Übertakten besonders einfach macht. Sollten dagegen acht virtuelle Prozessorkerne ein Muss sein, führt kein Weg am i7-860 vorbei.

Auch beim Sockel 1366 fällt unsere Empfehlung auf die kleineren Modelle – namentlich Core i7-920 und i7-930. Beide bieten für 225 respek-

tive 260 Euro vier physische und acht virtuelle Kerne mit 2,67 beziehungsweise 2,8 GHz Taktfrequenz.

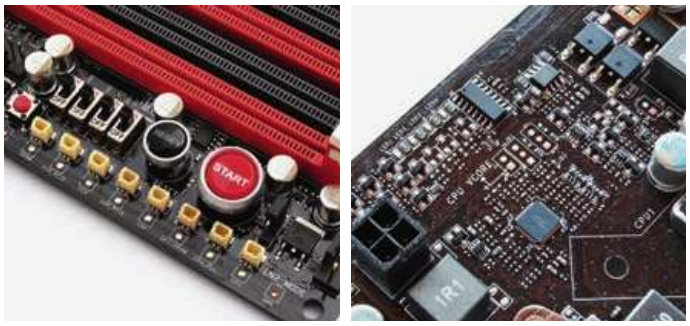
Alternativen machen sich beim Sockel 1366 dagegen rar. Bereits der Core i7-960, ebenfalls mit Bloomfield-Kern, schlägt mit über 500 Euro zu Buche und bringt keine wesentlich besseren Übertaktungserfolge. Mit dem Core i7-970 erscheint gegenwärtig die zweite Sechskern-CPU für den Sockel 1366. Hier stehen Übertaktungserfahrungen noch aus, die 32-nm-Strukur lässt aber auf gute Werte hoffen. Der Preis von über 800 Euro macht den Prozessor derzeit jedoch unattraktiv.

Die richtige Basis

Neben einer geeigneten CPU braucht es für erfolgreiche Übertaktungsversuche auch das zugehörige Equipment in Form von geeigneten Komponenten. Reicht für Einsteiger-Overclocking noch eine günstige Hauptplatine aus, sollte der erfahrene Übertakter bei der Boardwahl auf gute Übertakterfunktionen und einen möglichst hohen maximalen Referenztakt Wert legen. Auch der Speicher sollte nicht außer Acht gelassen werden, denn seine Taktrate erhöht sich beim Übertakten der CPU ebenfalls. Daher raten wir hier, lieber auf Nummer sicher zu gehen: Für Anfänger empfiehlt sich DDR3-1600, für erfahrene User DRR3-1800 und für den Profi gar Module mit DDR3-2000 Taktfrequenzen. Die Latenzen spielen keine so große Rolle, da die Nehalem-/Westmere-Architektur vornehmlich von höherem Speichertakt profitiert. Auch die Kühlung spielt eine maßgebliche Rolle: Die mitgelieferten Boxed-Kühler von Intel sind selbst für erste Gehversuche auf dem Gebiet des Übertaktens denkbar ungeeignet (laut & heiß). Hier sollte direkt in einen starken Luftkühler investiert werden. Die CPUs des Sockel 1366 weisen eine deutlich größerer Abwärme auf und sind daher für eine leistungsstarke Wasserkühlung dankbar.

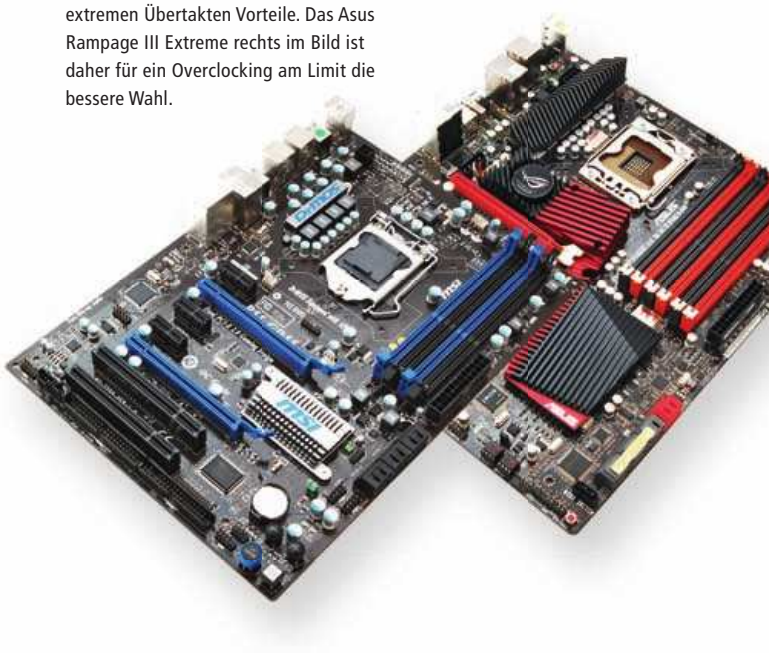
OC-Grundlagen

Das Vorgehen beim Übertakten einer Sockel-1156-CPU folgt in Grundzügen dem bei einem Sockel-1366-System, schließlich ist die zugrunde liegende Architektur nahezu identisch. So hängen die Taktraten von Prozessor, Speicher und dem Uncore-Bereich über Multiplikatoren direkt vom Referenztakt („Base Clock", kurz „BCLK") ab. Der Uncore-Bereich umfasst hierbei unter anderem den Speichercontroller, den L3-Cache und die DMI-/QPI-Anbindung des Prozessors an das restliche System. Somit führt eine Erhöhung des Referenztaktes automatisch zur Anhebung weiterer Taktfrequenzen. Der einfachste Weg zu höheren Prozessor-Taktraten wäre demnach über einen Prozessor mit freiem Multiplikator. Hier lässt sich die Prozessortaktfrequenz einfach mittels eines größeren Multiplikators steigern, ▷



Beide Platinen, das Rampage III Extreme und das P55-GD55, bieten die Möglichkeit, Spannungen mittels Multimeter genau auszulesen. Messen Sie doch mal nach.

High-End-Platinen zeigen erst beim extremen Übertakten Vorteile. Das Asus Rampage III Extreme rechts im Bild ist daher für ein Overclocking am Limit die bessere Wahl.



Prozessoren für den Sockel 1156 im Überlick

Name	Codename	Architektur	Kerne physisch / logisch	Kerntakt	Turbo-Modus	max. Multiplikator *	Grafiktakt	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Sockel	Preis
Core i5-650	Clarkdale	Westmere (32 nm)	2 / 4	3,20 GHz	3,46 GHz	25	733 MHz	2 x 256 KiByte	4 MiByte	73 Watt	LGA 1156	Ca. € 170,-
Core i5-655K	Clarkdale	Westmere (32 nm)	2 / 4	3,20 GHz	3,46 GHz	offen	733 MHz	2 x 256 KiByte	4 MiByte	73 Watt	LGA 1156	Ca. € 205,-
Core i5-670	Clarkdale	Westmere (32 nm)	2 / 4	3,46 GHz	3,73 GHz	27	733 MHz	2 x 256 KiByte	4 MiByte	73 Watt	LGA 1156	Ca. € 250,-
Core i5-750	Lynnfield	Nehalem (45 nm)	4 / 4	2,67 GHz	3,20 GHz	21	n.V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 Watt	LGA 1156	Ca. € 175,-
Core i5-760	Lynnfield	Nehalem (45 nm)	4 / 4	2,80 GHz	3,33 GHz	22	n.V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 Watt	LGA 1156	Ca. € 185,-
Core i7-860	Lynnfield	Nehalem (45 nm)	4 / 8	2,80 GHz	3,46 GHz	22	n.V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 Watt	LGA 1156	Ca. € 225,-
Core i7-875K	Lynnfield	Nehalem (45 nm)	4 / 8	2,93 GHz	3,60 GHz	offen	n.V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	95 Watt	LGA 1156	Ca. € 325,-

* = maximaler Multiplikator für alle vier Kerne

Prozessoren für den Sockel 1366 im Überblick

Name	Codename	Architektur	Kerne physisch / logisch	Kerntakt	Turbo-Modus	max. Multiplikator *	Grafiktakt	L2-Cache	L3-Cache	TDP	Sockel	Preis
Core i7-920	Bloomfield	Nehalem (45 nm)	4 / 8	2,66 GHz	2,93 GHz	21	n. V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	130 Watt	LGA 1366	Ca. € 225,-
Core i7-930	Bloomfield	Nehalem (45 nm)	4 / 8	2,80 GHz	3,06 GHz	22	n. V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	130 Watt	LGA 1366	Ca. € 260,-
Core i7-960	Bloomfield	Nehalem (45 nm)	4 / 8	3,20 GHz	3,46 GHz	25	n. V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	130 Watt	LGA 1366	Ca. € 540,-
Core i7-970	Gulftown	Westmere (32 nm)	6 / 12	3,20 GHz	3,46 GHz	25	n. V.	6 x 256 KiByte	12 MiByte	130 Watt	LGA 1366	n.V.
Core i7-975	Bloomfield	Nehalem (45 nm)	4 / 8	3,33 GHz	3,60 GHz	offen	n. V.	4 x 256 KiByte	8 MiByte	130 Watt	LGA 1366	Ca. € 870,-
Core i7-980X	Gulftown	Westmere (32 nm)	6 / 12	3,33 GHz	3,60 GHz	offen	n. V.	6 x 256 KiByte	12 MiByte	130 Watt	LGA 1366	Ca. € 965,-

* = maximaler Multiplikator für alle vier Kerne

ohne andere Taktfrequenzen zu verändern. Allerdings kosten derartige Modelle – mit Ausnahme des Core i5-655K – allerdings deutlich mehr als die kleineren Brüder.

BCLK und UCLK

Was sich kryptisch liest, sind die Abkürzungen für die Stolpersteine beim Core-i5/i7-Overclocking, wohl besser bekannt als „Base Clock" (Referenztakt) und „Uncore Clock" (Takt des Uncore-Bereichs der CPU). Beide setzen dem Übertakten schnell Grenzen. Der Referenztakt wird dabei je nach Board unterschiedlich früh limitiert. Einige High-End-Platinen schaffen rund 225 MHz und bieten somit ausreichend Spielraum – auch für die kleinsten Prozessoren mit niedrigem Multiplikator. Ein Einsteiger-Mainboard kann dagegen deutlich früher limitieren. Wer also auf High-End-Overclocking aus ist, sollte bereits beim Mainboard-Kauf auf gute Übertaktbarkeit des Referenztaktes achten.

Weitere Beachtung sollte dem Uncore-Takt geschenkt werden: Gerade bei Bloomfield-Prozessoren wird er schnell zum Hindernis. Für schnelle Speichermodule, etwa DDR3-2000, muss der Uncore-Bereich bereits eine Frequenz von 4.000 MHz schaffen – dies machen nur die wenigsten Prozessoren mit alltagstauglichen Spannungen mit. Gulftown, Lynnfield und Clarkdale sind deutlich besser für hohe Speichertaktraten geeignet, da der Uncore-Bereich hier nur mit dem 1,5-fachen des Speichertaktes betrieben wird. Für DDR3-2000-Module sind hier folglich vertretbare 3.000 MHz vonnöten. Andere Multiplikatoren für den Uncore-Takt lassen sich allerdings nur bei Bloomfield und Gulftown auswählen, um damit die Leistung des Systems noch weiter auszureizen. Lynnfield und Clarkdale bieten keinen Multiplikator mehr.

Intels Boxed-Kühler sind trotz Kupferkern und feiner Aluminiumlamellen fürs Übertakten schlecht geeignet. Die Kühlleistung ist gering, der Geräuschpegel dennoch hoch.

Ob Sockel 1156 oder 1366, die Vorgehensweise beim Übertakten ist nahezu die gleiche. Die CPUs beider Sockel unterscheiden sich nur in Details, die Architektur ist ähnlich.

Wichtige Spannungen

Sie sollten generell an folgende Spannungen Hand anlegen:

- CPU VCore: Spannung des Prozessors.
- CPU VTT: Spannung für den Uncore-Bereich der CPU. Kann auch andere Bezeichnungen tragen, etwa „QPI/DRam-Voltage" oder „Uncore-Voltage".
- VDimm: Speicherspannung. Nach Intel-Vorgaben sollte diese bei der Nehalem/Westmere-Architektur maximal 1,65 Volt betragen. Die meisten Speichermodule sind darauf ausgelegt und mit 1,65 Volt spezifiziert.
- PCH-/IOH-Spannung: Spannung der Northbridge beziehungsweise des Chipsatzes.

Auch wenn das Mainboard im BIOS noch sehr feine Spannungsabstufungen bietet und damit genaue Einstellmöglichkeiten suggeriert, sollten Sie – falls Sie über die Möglichkeiten verfügen – ruhig einmal mit einem Multimeter die wirklich anliegenden Werte kontrollieren. Diese weichen in der Praxis nämlich oft weit von den im BIOS oder CPU-Z angezeigten Werten ab.

Vorsicht bei „Auto"

Wer sich regelmäßig im BIOS des Mainboards aufhält, weiß, dass die meisten Hersteller gerade bei den Spannungen standardmäßig den Wert „Auto" eintragen. Was mit Standardtaktraten noch gut geht, gerät beim Übertakten zum Himmelfahrtskommando: Die meisten Hersteller integrieren hier eine Spannungssteuerung, welche die Spannungen automatisch an die Taktraten anpasst. Allerdings legen die Mainboards hier oft ungeahnt hohe Spannungen an, die zwar Stabilität garantieren sollen, dem Benutzer meist aber nur durch Zufall auffallen und Abwärme und Ausfallgefahr deutlich in die Höhe treiben. Wir raten daher, alle Spannungen selbst je nach Übertaktung zu konfigurieren. Unsere drei Beispiel-Profile können hierbei helfen.

Maximalen Referenztakt ermitteln

Um das maximale Taktpotenzial des Prozessors zu ermitteln, sollten Sie mit dem Referenztakt beginnen. Hierfür müssen die Multiplikatoren für CPU-, Uncore-, Speicher- und QPI-Takt so weit abgesenkt werden, dass sie möglichst nah oder gar unter dem Standardtakt bleiben.

Erhöhen Sie nun den Referenztakt in 10-MHz-Schritten und überprüfen Sie anschließend im Betriebssystem etwa mittels des Blend-Tests von Prime 95 die Stabilität des Systems. Sollte es zu Instabilitäten kommen, muss die VTT-Spannung angehoben werden. In welchem Rahmen dies geschehen sollte, finden Sie auf unserer OC-Doppelseite für den jeweiligen Sockel.

Sind Sie am Spannungsmaximum angelangt, helfen höchstens noch Kniffe in Form von erhöhter IOH-/PCH-Spannung oder höherer PCI-Express-Frequenz. Diese haben im Grenzbereich Einfluss auf die Übertaktbarkeit des Referenztaktes. Auch wenn diese Vorgehensweise viel Zeit kostet: Sie führt mit Sicherheit ans Ziel und sollte Ihnen das Maximum aufzeigen. Wir empfehlen, die Taktrate anschließend um 5 MHz zu senken, um auch in warmen Sommern und auf Dauer die Stabilität zu gewährleisten.

Der passende Multiplikator

Lassen Sie nun den Referenztakt unverändert auf dem gefundenen Wert und wählen Sie die maximale Spannung, die Sie dem Prozessor zumuten wollen. Tasten Sie sich nun Schritt für Schritt mit dem CPU-Multiplikator nach vorn und prüfen Sie die Stabilität mit Tools. Hierbei sollte besonders auf die Kerntemperatur der CPU geachtet werden, die Sie etwa mithilfe des Tools Coretemp ermitteln. Diese sollte bei Volllast unter 80 Grad Celsius bleiben. Wenn Ihnen nun Instabilitäten oder die Temperatur Grenzen aufzeigen, haben Sie den maximalen CPU-Takt ermittelt.

Sollten die Temperaturen Schwierigkeiten bereiten, schafft ein stärkerer Kühler oder eine höhere Lüfterdrehzahl Abhilfe und Sie können eventuell noch einen weiteren Multiplikator-Schritt herausholen. Alternativ können Sie die Spannungen nochmals erhöhen, dabei sollten Sie aber genau auf die Temperaturen achten.

An dieser Stelle sei auch noch erwähnt, dass die Core-i5-/i7-CPUs offenbar mit ungeraden Multiplikatoren unseren Erfahrungen zufolge besser laufen (etwas höhere Taktraten, weniger Spannung). Versuchen Sie also – wenn möglich –, auf den nächsthöheren ungeraden Multiplikator zurückzugreifen, und senken Sie den Referenztakt entsprechend etwas, um den Takt konstant zu halten.

Speichertakt einstellen

Der letzte Schritt ist es, den Speichertakt zu optimieren – dieser sollte bisher noch nahe dem Referenztakt arbeiten. Bedenken Sie hierbei aber, dass der Speichertakt vom Uncore-Takt des Prozessors abhängt. Für Prozessoren mit Gulftown-Kern muss der Uncore-Bereich technisch bedingt mindestens 1,5-mal so schnell wie der Speicher arbeiten, bei Bloomfield-CPUs gar doppelt so schnell. Bei Lynnfields und Clarkdales besteht hier kein zwingender Zusammenhang mehr, zumal die Multis fest sind und bei den kleinen Clarkdale-Modellen und dem Pentium G9650 auch noch niedriger sind.

Tasten Sie sich nun an den maximal stabilen Speicherteiler heran, indem Sie vorerst zahme Speicherlatenzen wählen – etwa CL 9-9-9-27 2T. Ist dieser gefunden, können Sie die Latenzen verschärfen, um auch noch das letzte Quäntchen Leistung herauszuholen.

Feintuning für Perfektionisten

Perfektionisten testen nun noch, ob sich mit etwas weniger Referenztakt und dem nächstgrößeren CPU-Multiplikator eventuell noch etwas mehr Takt erreichen lässt. Zudem ist es auch möglich, dass der Prozessor bei gleicher Taktrate mit einem höheren Multiplikator und weniger Referenztakt mit geringeren Spannungen betrieben werden kann. So lassen sich die Leistungsaufnahme und die Abwärme minimal verbessern. Ein Muss ist dies allerdings nicht, da die beschriebene Vorgehensweise bisher schon einen guten Weg zur Findung der maximalen Taktraten darstellt.

Praxistest

Natürlich wollen wir es nicht bei reiner Theorie belassen und testen hierfür eine Lynnfield- (Sockel 1156) und Bloomfield-Plattform (Sockel 1366) gezielt auf das Übertaktungspotenzial. Die drei Titel *Anno 1404*, *Far Cry 2* und *Metro 2033* sollen zeigen, wie sehr sich die CPU-Mehrleistung in Spielen bemerkbar macht.

Mit den beiden synthetischen Benchmarks Cinebench R10 x64 und 7-Zip 4.65 überprüfen wir die Anwendungsgeschwindigkeit. Auch Leistungsaufnahme und Prozessortemperaturen erfassen wir einmal im Leerlauf, unter Spielelast und zu guter Letzt unter Volllast auf allen CPU-Kernen (wir nutzen Prime 95 „Blend“).

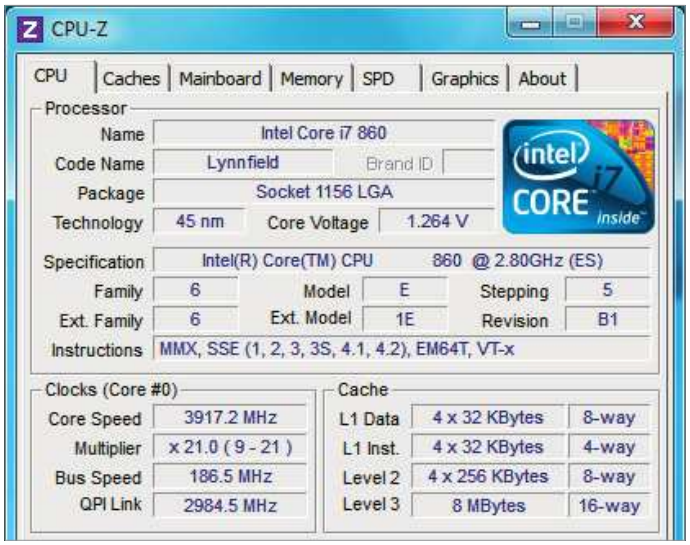
Testsystem

Für den Sockel 1366 setzen wir auf den beliebten Core i7-920. Der kleinste Bloomfield-Prozessor liefert bereits sehr gute Übertaktungsergebnisse, was dem Anwender viel Geld sparen kann. Als Basis wählen wir hier die High-End-Übertakterplatine Rampage 3 Extreme von Asus, die wir mit einem 6-GiByte-Kit von Corsair bestücken (TR3X6G1600C7). Für den Sockel 1156 tritt ein Core i7-860 auf dem P55-GD55 von MSI an. Hier soll eine günstige Einsteigerplatine ihre Eignung fürs Übertakten unter Beweis stellen. Ebenfalls mit an Bord sind zwei Corsair-Riegel.

Die restlichen Komponenten des offen aufgebauten Testsystems bleiben immer gleich. Eine Gainward Geforce GTX 480 sorgt für ausreichend Grafikleistung. Das Betriebssystem in Form von Windows 7 in der 64-Bit-Variante platzieren wir auf einer 160 GiByte großen Festplatte. Die Stromversorgung übernimmt ein Be-quiet-Straight-power-Netzteil mit 650 Watt Nennleistung. Für die Kühlung zeichnen ein Noctua NH-U12P SE2 oder eine Hochleistungswasserkühlung mit großem Triple-Radiator verantwortlich.

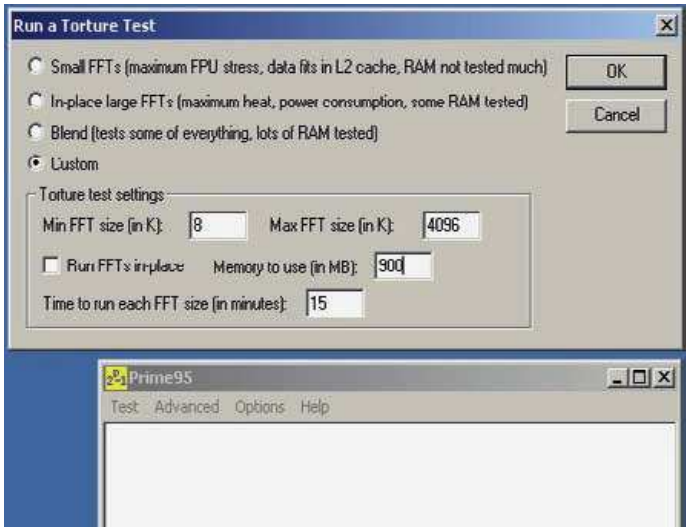
Erhöhtes Risiko beim Sockel 1156

Frühen Foxconn-Sockeln für den Sockel 1156 wurde ein hö- ▷



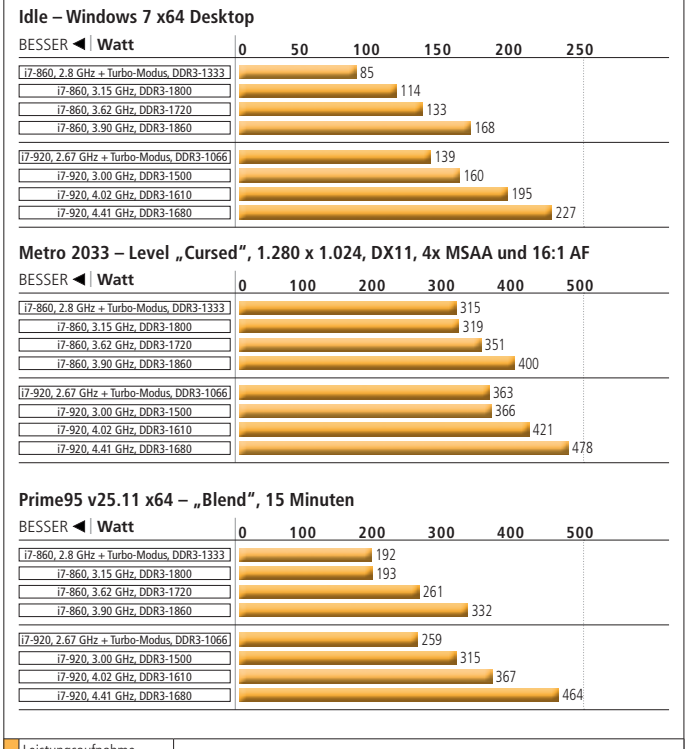
Auf der Einsteigerplatine MSI P55-GD55 bricht die Spannung unter Last extrem ein – anstelle der hier angezeigten 1,26 Volt, sollten es 1,35 Vol sein.

Für die Tests setzen wir auf den leistungsstarken NH-U12P SE2 von Noctua. Für das Profi-OC greifen wir gar auf eine Wasserkühlung zurück.



Das Tool Prime 95 testet mit dem „Blend“-Test Konfigurationen zuverlässig auf Stabilität. Abschließend sollten Sie Ihr System mindestens eine Stunde lang testen.

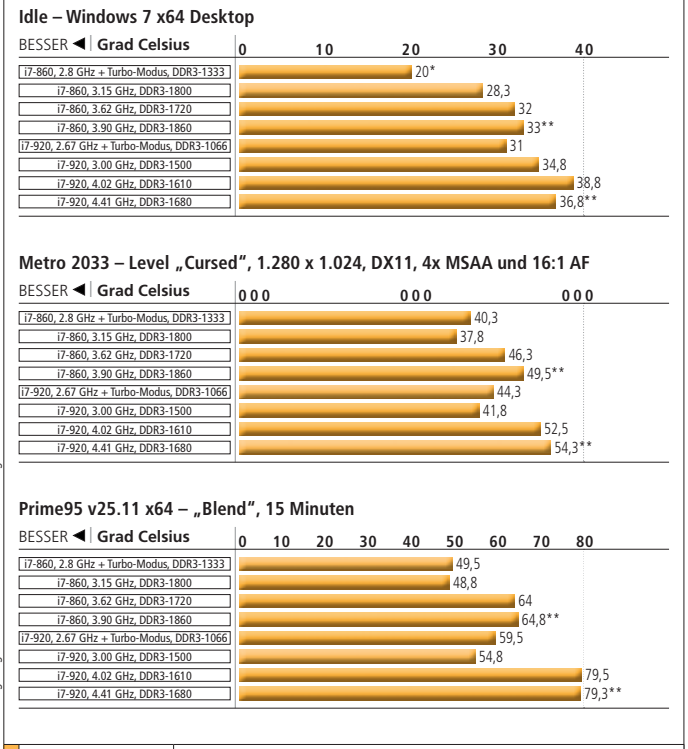
Leistungsaufnahme: Bis zu 200 Watt mehr durch OC



Leistungsaufnahme gesamtes System

System: i7-860 (ES), MSI P55-GD55; i7-920 (retail), Asus Rampage III Extreme; 4/6 GiByte Corsair DDR3-1600/1800; Geforce GTX 480 (GF 257.21); Win 7 x64 **Bemerkungen:** Im Leerlauf verdoppelt sich die Leistungsaufnahme je nach CPU, unter Last bremst entweder die Grafikkarte oder der Stromverbrauch erhöht sich drastisch.

Maximale CPU-Temperatur



CPU-Temperatur

System: i7-860 (ES), MSI P55-GD55; i7-920 (retail), Asus Rampage III Extreme; 4/6 GiByte Corsair DDR3-1600/1800; Geforce GTX 480 (GF 257.21); Core Temp 0.99.7, Noctua NH-U12P SE2/Wasserkühlung **Bemerkungen:** Mit Undervolting bleibt die CPU bei mehr Takt kühler, mit über 4,0 GHz sollte es eine Wakü sein.

* Temperatursensoren lesen zu geringe Werte aus ** mit Wasserkühlung

heres Ausfallriskiko nachgesagt und einige Fälle von regelrecht verbrannten Sockeln und CPUs geisterten durch die Foren. Grund hierfür war ein teils mangelhafter Kontakt zwischen den Sockel-Pins und den Kontaktstellen an der Unterseite des Prozessors. Besonders die Kontakte, die für die Spannungsversorgung der CPU verantwortlich sind, waren von dem Problem betroffen, sodass bei hohen Spannungen Prozessor und Sockel irreparabel beschädigt wurden.

Verbaute man die CPU dagegen in einem LOTES-Sockel, zeigten die Einkerbungen an der CPU-Unterseite ein deutlich gleichmäßigeres Bild und es kam zu keinen Ausfällen. Da bis heute keine neuen Fälle von verbrannten (Foxconn-)Sockeln aufgetreten sind, gehen wir davon aus, dass der Hersteller inzwischen nachgebessert hat. Wer allerdings auf Nummer sicher gehen will oder sehr früh ein Sockel-1156-Mainboard erstanden hat, sollte die Spannungen sicherheitshalber sehr vorsichtig anheben oder gleich zum teureren Sockel 1366 greifen. Das von uns verwendete P55-GD55 von MSI nutzt den LOTES-Sockel.

Eisteiger-Overclocking

Einsteiger sollten nicht den maximalen Takt anvisieren, sondern eine Leistungsoptimierung anstreben, die ohne Spannungserhöhungen auskommt. So wird die Leistungsaufnahme nicht unnötig in die Höhe getrieben. Aktuelle Intel-Prozessoren bringen bereits mit Standardspannung ein erstaunliches Übertaktungspotenzial mit und nutzen standardmäßig nur sehr kleine Speicherteiler.

Zwei Umstände, die wir aufgreifen: Beim Speicher nutzen wir einen größeren Speicherteiler, um ihn beim i7-920 möglichst mit DDR3-1.600 und beim i7-860 mit DDR3-1.800 zu betreiben. Zusätzlich peilen wir bei reduzierter Standardspannung („Undervolting") noch etwas mehr Kerntakt an. Im BIOS der P55-Platine stellen wir bei der CPU Voltage den Wert „+0.006" ein. Die „Auto"-Option würde unter Last rund 1,22 Volt verwenden – so erreichen wir nur 1,09 Volt im Idle und rund 1,03 Volt unter Volllast.

Den Referenztakt erhöhen wir auf 150 MHz und nutzen weiterhin den normalen Multiplikator der CPU mit dem Wert 21. Daraus resultieren 3,15 GHz (21 x 150 MHz) und runde 1.800 MHz für den Speicher. Beim i7-920 verfahren wir gleichermaßen: Die Spannung fixieren wir auf 1,09 Volt und erhöhen den Referenztakt auf 150 MHz. Daraus resultieren glatte 3.000 MHz Kerntakt und der Speicher läuft mit DDR3-1.500.

Overclocking für Erfahrene

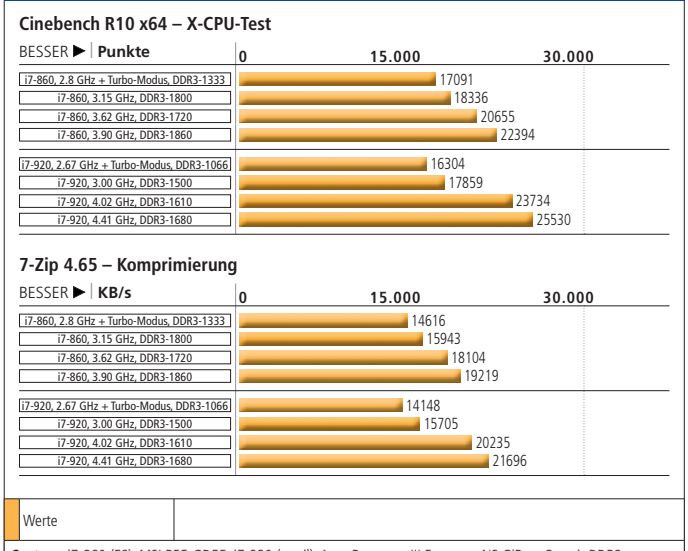
Für die mittlere Übertaktungsstufe erhöhen wir sämtliche Spannungen nach der 110-Prozent-Regel um maximal zehn Prozent. Für den Core i7-860 können wir diese Regel problemlos anwenden: Die Kernspannung steigern wir von 1,15 Volt auf 1,26 Volt und tasten uns anschließend an die maximale Prozessorgeschwindigkeit heran. Bei der Core i7-920-CPU würde die Regel ausgehend von 1,21 Volt Standardspannung maximal 1,33 Volt zulassen, was aber für die meisten Luftkühler bereits deutlich zu viel Abwärme erzeugt und daher ungeeignet ist. Wir beschränken uns also auf 5 Prozent mehr CPU-Spannung in Form von 1,28 Volt.

Von hier aus ermitteln wir die maximale Taktfrequenz mit dem für die CPU vorgesehenen CPU-Multiplikator. So erreichen wir beim i7-920 mit 4,02 GHz (20 x 201 MHz) rund 50 Prozent mehr Takt, wobei der Speicher mit 1.610 MHz arbeitet. Der i7-860 gibt sich etwas weniger übertaktungsfreudig und erreicht mit 3,62 GHz (21 x 172 MHz) sein Maximum bei rund 30 Prozent mehr Kerntakt. Da der Uncore-Bereich deutlich weniger Taktrate arbeitet, können wir den Speicher hier mit 1.720 MHz betreiben.

Overclocking für den Profi

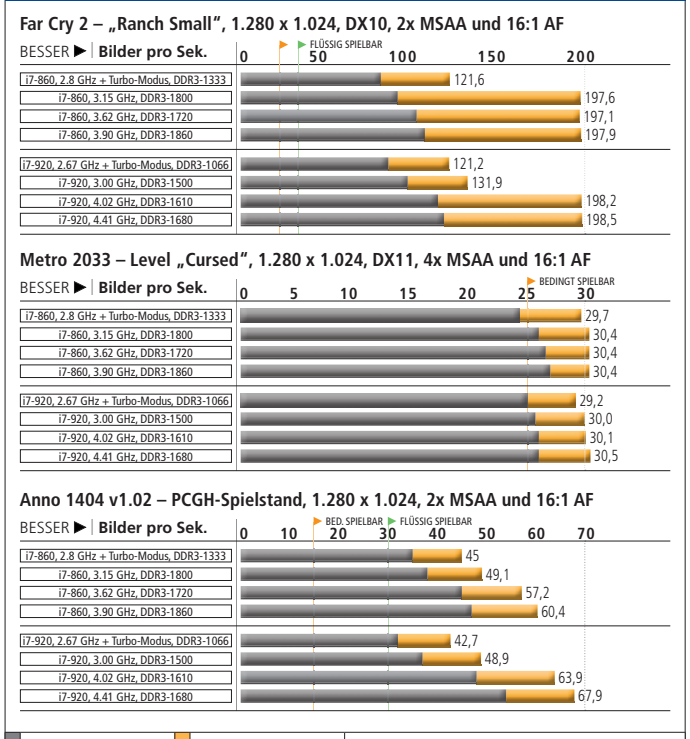
Für die maximale Übertaktung montieren wir eine leistungsstarke Wasserkühlung auf die CPU. Anschließend bringen wir die Spannungen bis an die maximal von uns empfohlenen Werte und setzen auch auf Kniffe wie mehr IOH-/PCH-Spannung und PCI-Express-Frequenz. Probleme bekommen wir hier allerdings mit der Einsteigerplatine von MSI. Diese erlaubt im BIOS zwar 1,35 Volt Kernspannung, kann dem Abfallen der Spannung unter Last („VDroop") aber nicht entgegenwirken. So liegen unter Volllast nur noch 1,26 Volt an, was die Übertaktungsversuche stark einschränkt, schließlich

OC-Leistung in Anwendungen



System: i7-860 (ES), MSI P55-GD55; i7-920 (retail), Asus Rampage III Extreme; 4/6 GiByte Corsair DDR3-1600/1800; Geforce GTX 480 (GF 257.21 def.); Win 7 x64 **Bemerkungen:** Durch Übertakten steigt die Leistung ausgehend vom Standardtakt beim Core i7-860 um rund 30 Prozent, beim Core i7-920 gar um bis zu 53 Prozent.

Spiele: Je nach Titel bremst die Grafikkarte



System: i7-860 (ES), MSI P55-GD55; i7-920 (retail), Asus Rampage III Extreme; 4/6 GiByte Corsair DDR3-1600/1800; Geforce GTX 480 (GF 257.21 def.); Win 7 x64 **Bemerkungen:** In Far Cry 2 werden alle OC-Setups von der Geforce ausgebremst, in Metro 2033 ebenfalls. Anno 1404 nimmt jedes zusätzliche MHz dankend an.

erachten wir selbst 1,4 Volt mit entsprechender Kühlung noch für vertretbar, was deutlich mehr CPU-Takt ermöglicht hätte. Wir scheitern hier bei 3,90 GHz (21 x 186 MHz) und DDR3-1860, was etwa 40 Prozent Übertaktung bedeutet.

Dem großen Bruder Core i7-920 verhilft die Übertakterplatine zu sehr guten Werten: Hier können wir den CPU-Multiplikator sogar noch um einen Schritt steigern und erhalten schlussendlich 4,41 GHz (21 x 210 MHz) – rund 65 Prozent mehr Kerntakt! Den Speicher betreiben wir dabei mit 1.670 MHz.

Spiele-Benchmarks

Die Mehrleistung in grafiklimitierten Spielen wie dem optischen Prachtstück *Metro 2033* fällt gering aus. Hier können wir selbst mit extremem Übertakten nur rund vier Prozent höhere Durchschnitts-Fps erreichen. Lediglich auf der Lynnfield-Plattform profitieren die Minimum-Fps mit elf Prozent leicht.

Far Cry 2 zeigt Tuning-Potenzial und skaliert so recht deutlich mit den getätigten Optimierungen für Einsteiger. Ab rund 3,2 GHz limitiert dann aber die Grafikkarte das Geschehen. Die Minimum-Fps steigen jedoch linear an – auf dem i7-860 locken bis zu 31 Prozent höhere Fps, auf dem i7-920 gar 38 Prozent. Eine große Ausnahme bleibt *Anno 1404*, das direkt vom Mehrtakt profitiert. So setzt der i7-860 die maximal 39 Prozent mehr CPU-Takt in 35 Prozent mehr Fps um. Auch die Minimum-Fps steigen um 34 Prozent. Der i7-920 erreicht bei einer Übertaktung von 65 Prozent gar 59 Prozent mehr Durschnitts-Fps – hier lohnt sich das Übertakten mehr denn je!

Synthetische Benchmarks

CPU-Anwendungen, etwa der Cinebench R10, profitieren linear von der Übertaktung. Dem i7-860 können wir maximal 31 Prozent mehr Rechenleistung entlocken – ein gutes Ergebnis angesichts 39 Prozent mehr Kerntakt. Nicht anders verhält sich der Core i7-920, der bei maximalem Overclocking von 65 Prozent mehr Prozessortakt ein rund 57 Prozent besseres Ergebnis einfährt. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Komprimierung von 7-Zip. Hier locken beim kleinen Modell 31 Prozent mehr Leistung. Der Bloomfield-Prozessor legt maximal gar um 53 Prozent zu.

Leistungsaufnahme

Eine große Kehrseite des Übertaktens ist die steigende Leistungsaufnahme, Erfolge gibt es aber bei den Einsteiger-Einstellungen zu verbuchen: Hier bleibt die Leistungsaufnahme beider Systeme nahezu konstant, trotz gesteigerter Leistung. Im Desktop-Betrieb sind die Standardeinstellungen dank Stromsparmodi allerdings ungeschlagen. Hier steigt die Leistung linear zur Übertaktung an. Im Spielebetrieb, in dem die Grafikkarte limitiert, hält sich der Mehrverbrauch in Grenzen. Auch mit maximaler Übertaktung messen wir hier nur 31 Prozent mehr Leistungsaufnahme. Deutlich heftiger geht es allerdings bei CPU-Volllast zur Sache. Hier messen wir bei einem Prime-95-Durchlauf eine bis zu 80 Prozent höhere Leistungsaufnahme – bei 65 Prozent mehr Kerntakt.

Overclocking im Grenzbereich ist für den Alltagsbetrieb also nicht zu empfehlen und es sollte auf ein deutlich angenehmeres Mainstream-Overclocking zurückgegriffen werden. Hier sind es maximal 40 Prozent mehr Stromverbrauch.

Temperatur

Wo mehr Strom verbraucht wird, erhöht sich meist auch die Abwärme. Dies zeigen unsere Temperaturmessungen recht deutlich: Im Leerlauf messen wir vollkommen unbedenkliche Werte. Die Werkseinstellungen sind auch hier dank Stromsparfunktionen unschlagbar kühl. Im Spielebetrieb mit geringer Auslastung des Prozessors bleiben alle OC-Modi im grünen Bereich. Unter Volllast (Prime 95) trennt sich aber die Spreu vom Weizen: Während der i7-860 dank deutlich geringerer Abwärme in allen Modi problemlos im Zaum zu halten ist, macht der i7-920 bereits beim Mainstream-OC mit extrem hohen Temperaturen auf sich aufmerksam – und das trotz leistungsfähigem Luftkühler in Form des Noctua NH-U12P SE2. Im Profi-OC-Modus arbeitet er ungeachtet der Wasserkühlung auch am thermischen Limit. Sollten Sie sich gerade beim Sockel 1366 in hohe Taktregionen vorarbeiten, ist eine leistungsstarke Kühlung ein Muss.

Fazit: Overclocking

Bis zu 59 Prozent mehr Leistung holen wir bei maximal 65 Prozent Übertaktung aus unseren Testsystemen. Im Gegenzug steigen Leistungsaufnahme und Abwärme jedoch deutlich an. Finden Sie also einen guten Mittelweg aus Verbrauch und Abwärme, um mehr Fps in CPU-lastigen Spielen und eine deutlich gesteigerte Leistung in Anwendung zu erhalten – es lohnt sich, wie unsere Benchmarks eindrucksvoll beweisen. Für das Einsteiger- und Mainstream-Overclocking eignet sich durchaus eine Einsteiger-Platine. Für Profi-Übertakter allerdings bietet eine solche zu wenig Reserven und ▷ schränkt den Erfolg stark ein. *(cb)*

Wichtige BIOS-Einstellungen für Sockel-1156-PCs am Beispiel des MSI P55-GD55

1 Referenztakt (Base Clock)

Hilfreich für mehr CPU-, Speicher-, Uncore- und QPI-Takt	
Standardwert	133 MHz
Einsteiger-OC	150 MHz
Mainstream-OC	172 MHz
Profi-OC	186 MHz
maximale Empfehlung	keine Einschränkungen

Hinweis: Erhöht CPU-Takt, Speichertakt, Uncore-Takt und QPI-Takt. Richtige Teiler wählen um im stabilen Rahmen zu bleiben!

2 CPU Muliplikator

Hilfreich für mehr CPU-Takt, geringeren Referenztakt	
Standardwert	je nach CPU
Einsteiger-OC	21
Mainstream-OC	21
Profi-OC	21
maximale Empfehlung	keine Einschränkungen

3 PCI-Express-Takt

Hilfreich für mehr Referenztakt im Grenzbreich	
Standardwert	100 MHz
Einsteiger-OC	100 MHz
Mainstream-OC	100 MHz
Profi-OC	105 MHz
maximale Empfehlung	115 MHz

4 Speicher-Takt

Multiplikator für Speichertakt aus Referenztakt	
Standardwert	1.333 MHz (10x, hier: „5x“)
Einsteiger-OC	1.800 MHz (12x, hier: „6x“)
Mainstream-OC	1.720 MHz (10x, hier: „5x“)
Profi-OC	1.860 MHz (10x, hier: „5x“)
maximale Empfehlung	keine Einschränkung solange Uncore-Takt im Rahmen bleibt

- Uncore-Takt

Diese Option fehlt dem Lynnfield leider. Multiplikator für Uncore-Takt aus Referenztakt.	
Standardwert	2.000 MHz (15x)
Einsteiger-OC	2.700 MHz (18x)
Mainstream-OC	2.580 MHz (15x)
Profi-OC	2.790 MHz (15x)
maximale Empfehlung	keine Einschränkung

Hinweis: Für Lynfield-CPUs 1,5-fach so hoch wie der effektive Speichertakt.

5 QPI-Multiplikator

Multiplikator für den QPI-Link aus Referenztakt	
Standardwert	2.400 MHz (18x) / 4.800 MHZ DDR (36x)
Einsteiger-OC	2.700 MHz (18x) / 5.400 MHZ DDR (36x)
Mainstream-OC	2.752 MHz (16x) / 5.504 MHz DDR (32x)
Profi-OC	2.976 MHz (16x) / 5.952 MHz DDR (32x)
maximale Empfehlung	keine Einschränkung

Hinweis: Von sogenannten „Slow Modes“ ist abzuraten. Möglichst immer kleinsten Teiler verwenden (18x bzw 36x). Hoher Takt bringt kaum Performance-Gewinn.

6 CPU Vcore

Hilfreich für mehr CPU-Takt	
Standardwert	je nach CPU
Einsteiger-OC	+0,006 (1,085 Volt)
Mainstream-OC	+0,185 (1,264 Volt)
Profi-OC	+0,303 (1,382 Volt)
maximale Empfehlung	1,25 Volt (Luftkühlung) 1,4 Volt (Wakü)

7 VTT-Spannung

Hilfreich für mehr Referenz- und Uncore-Takt. Indirekt auch hilfreich für hohen Speichertakt.	
Standardwert	1,139 Volt
Einsteiger-OC	1,146 Volt
Mainstream-OC	1,239 Volt
Profi-OC	1,353 Volt
maximale Empfehlung	1,25 Volt (Lukü) 1,35 Volt (Wakü)

Hinweis: Auch QPI/DRam-Voltage genannt. Spannung für den Uncore-Bereich der CPU.

8 CPU-PLL-Spannung

Hilfreich im Grenzbereich, Spannung des Taktgebers für die CPU.	
Standardwert	1,80 Volt
Einsteiger-OC	1,81 Volt
Mainstream-OC	1,81 Volt
Profi-OC	1,81 Volt
maximale Empfehlung	1,82 Volt

9 Speicher-Spannung

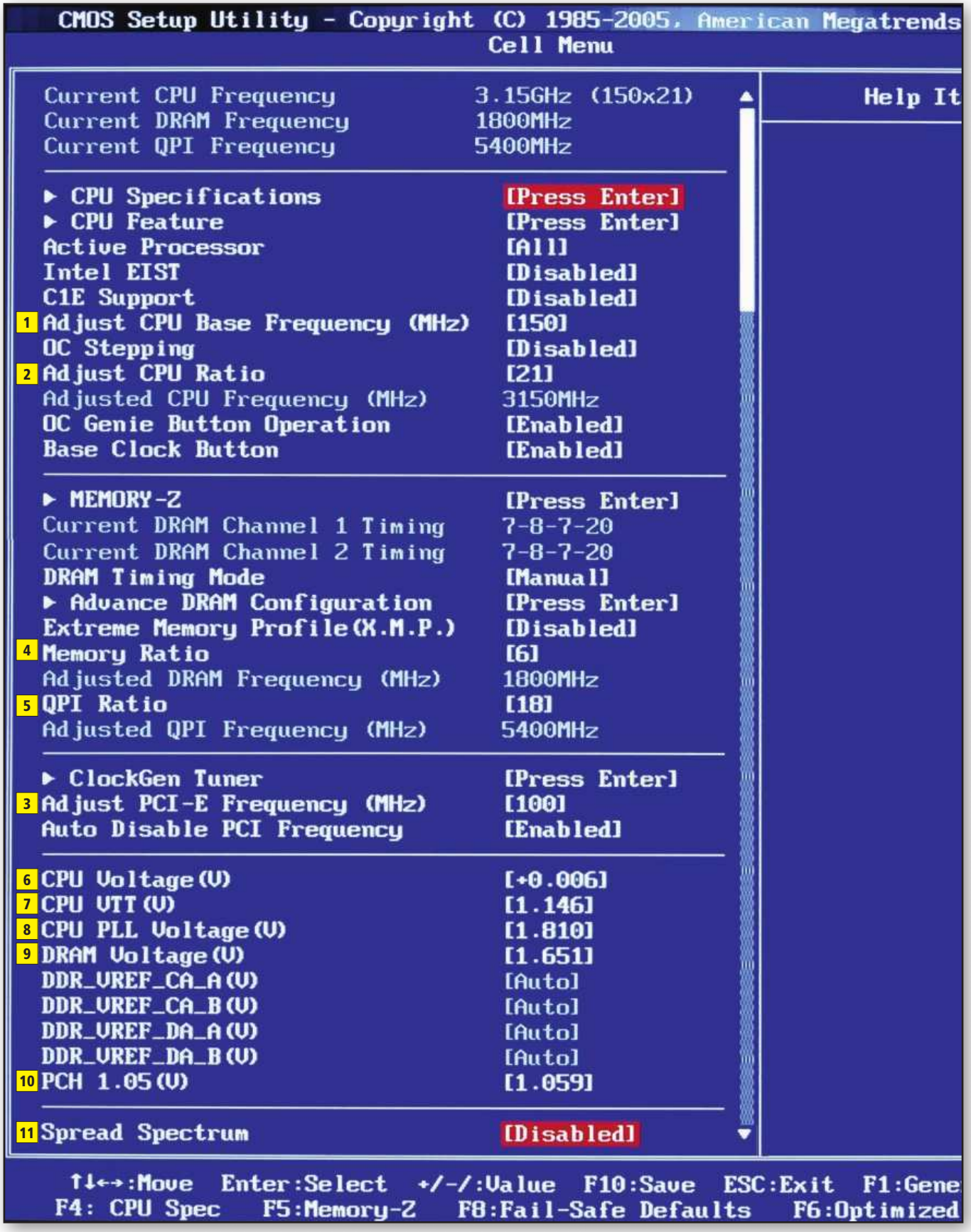
Hilfreich für hohen Speichertakt, scharfe Speicher-Latenzen.	
Standardwert	1,5 Volt
Einsteiger-OC	1,651 Volt
Mainstream-OC	1,651 Volt
Profi-OC	1,651 Volt
maximale Empfehlung	1,65 Volt

10 PCH-Spannung

Hilfreich für hohen Referenz- und Speichertakt, sowie scharfe Speicher-Latenzen	
Standardwert	1,05 Volt
Einsteiger-OC	1,05 Volt
Mainstream-OC	1,085 Volt
Profi-OC	1,095 Volt
maximale Empfehlung	1,175 Volt

11 Spread Spectrum

Verhindert Schwankungen der Taktraten, beim Übertakten generell deaktivieren, um stabileren Betrieb zu garantieren.	
Standardwert	Enabled
Einsteiger-OC	Disable
Mainstream-OC	Disable
Profi-OC	Disable
Empfehlung	Disable


CMOS Setup Utility - Copyright (C) 1985-2005, American Megatrends
Cell Menu
Help It
Current CPU Frequency 3.15GHz (150x21)
Current DRAM Frequency 1800MHz
Current QPI Frequency 5400MHz
▶ CPU Specifications [Press Enter]
▶ CPU Feature [Press Enter]
Active Processor [All]
Intel EIST [Disabled]
C1E Support [Disabled]
1 Adjust CPU Base Frequency (MHz) [150]
OC Stepping [Disabled]
2 Adjust CPU Ratio [21]
Adjusted CPU Frequency (MHz) 3150MHz
OC Genie Button Operation [Enabled]
Base Clock Button [Enabled]
▶ MEMORY-Z [Press Enter]
Current DRAM Channel 1 Timing 7-8-7-20
Current DRAM Channel 2 Timing 7-8-7-20
DRAM Timing Mode [Manual]
▶ Advance DRAM Configuration [Press Enter]
Extreme Memory Profile(X.M.P.) [Disabled]
4 Memory Ratio [6]
Adjusted DRAM Frequency (MHz) 1800MHz
5 QPI Ratio [18]
Adjusted QPI Frequency (MHz) 5400MHz
▶ ClockGen Tuner [Press Enter]
3 Adjust PCI-E Frequency (MHz) [100]
Auto Disable PCI Frequency [Enabled]
6 CPU Voltage(V) [+0.006]
7 CPU VTT(V) [1.146]
8 CPU PLL Voltage(V) [1.810]
9 DRAM Voltage(V) [1.651]
DDR_VREF_CA_A(V) [Auto]
DDR_VREF_CA_B(V) [Auto]
DDR_VREF_DA_A(V) [Auto]
DDR_VREF_DA_B(V) [Auto]
10 PCH 1.05(V) [1.059]
11 Spread Spectrum [Disabled]
↑↓↔:Move Enter:Select +/-/:Value F10:Save ESC:Exit F1:Gene
F4: CPU Spec F5:Memory-Z F8:Fail-Safe Defaults F6:Optimized

Wichtige BIOS-Einstellungen für Sockel-1366-PCs am Beispiel des Asus Rampage III Extreme

1 CPU Muliplikator

Hilfreich für mehr CPU-Takt, geringeren Referenztakt	
Standardwert	je nach CPU
Einsteiger-OC	20
Mainstream-OC	20
Profi-OC	21
maximale Empfehlung	keine Einschränkungen

2 CPU Turbo Power Limit

Limitiert die maximale Leistungsaufnahme des Prozessors durch Throttling auf 140 Watt. Für schwache Kühlungen ein hilfreiches Mittel um Überhitzung vorzubeugen – Leistungsverlust inklusive.	
Standardwert	enabled
Einsteiger-OC	disabled
Mainstream-OC	disabled
Profi-OC	disabled
Empfehlung	Sehr schwache Kühlung: „enabled" sonst generell „disabled"

3 Referenztakt (Base Clock)

Hilfreich für mehr CPU-, Speicher-, Uncore- und QPI-Takt	
Standardwert	133 MHz
Einsteiger-OC	150 MHz
Mainstream-OC	201 MHz
Profi-OC	210 MHz
maximale Empfehlung	keine Einschränkungen

4 PCI-Express-Takt

Hilfreich für mehr Referenztakt im Grenzbereich	
Standardwert	100 MHz
Einsteiger-OC	100 MHz
Mainstream-OC	100 MHz
Profi-OC	110 MHz
maximale Empfehlung	115 MHz

5 Speicher-Takt

Multiplikator für Speichertakt aus Referenztakt	
Standardwert	1.066 MHz (8x)
Einsteiger-OC	1.500 MHz (10x)
Mainstream-OC	1.611 MHz (8x)
Profi-OC	1.683 MHz (8x)
maximale Empfehlung	keine Einschränkung, solange Uncore-Takt im Rahmen bleibt

6 Uncore-Takt

Multiplikator für Uncoretakt aus Referenztakt	
Standardwert	2.133 MHz (16x)
Einsteiger-OC	3.000 MHz (20x)
Mainstream-OC	3.224 MHz (16x)
Profi-OC	3.368 MHz (16x)
maximale Empfehlung	keine Einschränkung
Hinweis: Für Bloomfield-CPUs mindestens doppelt so groß wie der effektive Speichertakt, hohe Taktraten verbessern zudem die Performance.	

7 QPI-Verbindung

Multiplikator für den QPI-Link aus Referenztakt	
Standardwert	2.400 MHz (18x) / 4.800 MHz DDR (36x)
Einsteiger-OC	2.700 MHz (18x) / 5.400 MHz DDR (36x)
Mainstream-OC	3.627 MHz (18x) / 7.254 MHz DDR (36x)
Profi-OC	3.790 MHz (18x) / 7.579 MHz DDR (36x)
maximale Empfehlung	keine Einschränkung
Hinweis: Von sogenannten „Slow Modes" ist abzuraten. Möglichst immer kleinsten Teiler verwenden (36x).	

8 Loadline Calibration

Wirkt dem durch Intel spezifierten Abfall der CPU-Spannung entgegen (VDroop). Fixiert die Spannung fest auf den eingestellten Wert.	
Standardwert	Auto
Einsteiger-OC	Full Calibration
Mainstream-OC	Full Calibration
Profi-OC	Full Calibration
Empfehlung	Full Calibration

9 CPU Vcore

Hilfreich für mehr CPU-Takt	
Standardwert	je nach CPU
Einsteiger-OC	1,075 Volt
Mainstream-OC	1,275 Volt
Profi-OC	1,400 Volt
maximale Empfehlung	1,250 Volt (Lukü), 1,400 Volt (Wakü)

10 QPI/DRam-Spannung

Hilfreich für mehr Referenz- und Uncore-Takt. Indirekt auch hilfreich für hohen Speichertakt.	
Standardwert	1,20 Volt
Einsteiger-OC	1,20 Volt
Mainstream-OC	1,20 Volt
Profi-OC	1,25 Volt
maximale Empfehlung	1,35 Volt (Lukü), 1,45 Volt (Wakü)
Hinweis: Oft auch VTT-Spannung genannt. Spannung für den Uncore-Bereich der CPU.	

11 Speicher-Spannung

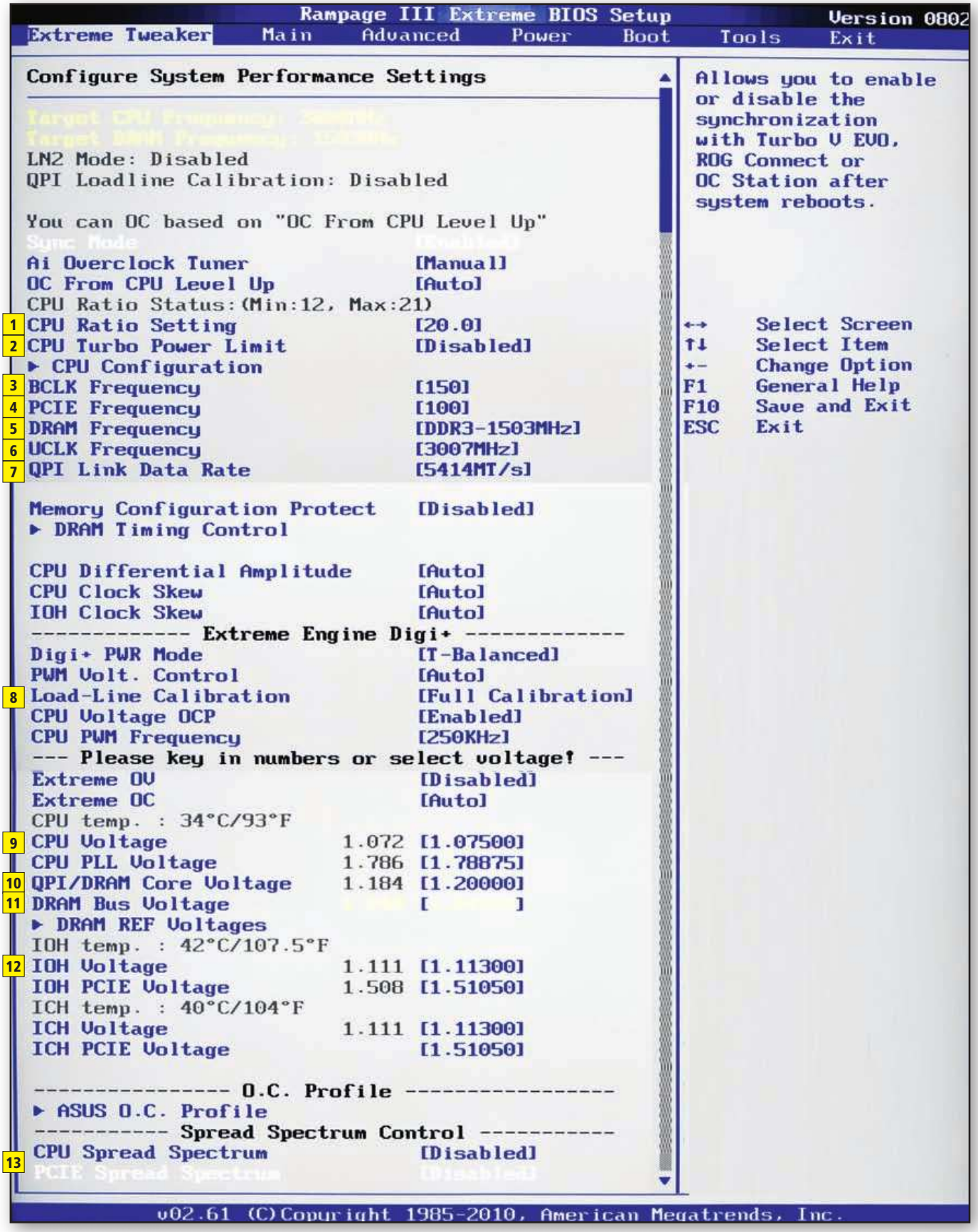
Hilfreich für hohen Speichertakt, scharfe Speicher-Latenzen	
Standardwert	1,5 Volt
Einsteiger-OC	1,643 Volt
Mainstream-OC	1,643 Volt
Profi-OC	1,643 Volt
maximale Empfehlung	1,65 Volt

12 IOH-Spannung

Hilfreich für hohen Referenz- und Speichertakt sowie scharfe Speicher-Latenzen	
Standardwert	1,113 Volt
Einsteiger-OC	1,113 Volt
Mainstream-OC	1,113 Volt
Profi-OC	1,1793 Volt
maximale Empfehlung	1,225 Volt

13 Spread Spectrum

Verhindert Schwankungen der Taktraten, beim Übertakten generell deaktivieren, um stabileren Betrieb zu garantieren.	
Standardwert	Auto/Enabled
Einsteiger-OC	Disable
Mainstream-OC	Disable
Profi-OC	Disable
Empfehlung	Disable


Rampage III Extreme BIOS Setup
Version 0802
Extreme Tweaker
Main
Advanced
Power
Boot
Tools
Exit
Configure System Performance Settings
LN2 Mode: Disabled
QPI Loadline Calibration: Disabled
You can OC based on "OC From CPU Level Up"
Ai Overclock Tuner [Manual]
OC From CPU Level Up [Auto]
CPU Ratio Status:(Min:12, Max:21)
1 CPU Ratio Setting [20.0]
2 CPU Turbo Power Limit [Disabled]
▶ CPU Configuration
3 BCLK Frequency [150]
4 PCIE Frequency [100]
5 DRAM Frequency [DDR3-1503MHz]
6 UCLK Frequency [3007MHz]
7 QPI Link Data Rate [5414MT/s]
Memory Configuration Protect [Disabled]
▶ DRAM Timing Control
CPU Differential Amplitude [Auto]
CPU Clock Skew [Auto]
IOH Clock Skew [Auto]
---------- Extreme Engine Digi+ ----------
Digi+ PWR Mode [T-Balanced]
PWM Volt. Control [Auto]
8 Load-Line Calibration [Full Calibration]
CPU Voltage OCP [Enabled]
CPU PWM Frequency [250KHz]
--- Please key in numbers or select voltage! ---
Extreme OV [Disabled]
Extreme OC [Auto]
CPU temp. : 34°C/93°F
9 CPU Voltage 1.072 [1.07500]
CPU PLL Voltage 1.786 [1.78875]
10 QPI/DRAM Core Voltage 1.184 [1.20000]
11 DRAM Bus Voltage [ ]
▶ DRAM REF Voltages
IOH temp. : 42°C/107.5°F
12 IOH Voltage 1.111 [1.11300]
IOH PCIE Voltage 1.508 [1.51050]
ICH temp. : 40°C/104°F
ICH Voltage 1.111 [1.11300]
ICH PCIE Voltage [1.51050]
---------- O.C. Profile ----------
▶ ASUS O.C. Profile
---------- Spread Spectrum Control ----------
CPU Spread Spectrum [Disabled]
13
Allows you to enable or disable the synchronization with Turbo V EVO, ROG Connect or OC Station after system reboots.
↔ Select Screen
↑↓ Select Item
+- Change Option
F1 General Help
F10 Save and Exit
ESC Exit
v02.61 (C)Copyright 1985-2010, American Megatrends, Inc.

Bilder: Jan Reichelt

Mehr Leistung durch Overclocking

Grafikkarten übertakten

Machen Sie aus Ihrer Radeon HD 5850 eine imaginäre HD 5865 oder aus einer Geforce GTX 470 eine Geforce GTX 475 – unser Übertaktungsartikel zeigt, wie's geht.

Nicht immer muss beim Kauf einer Grafikkarte zum jeweiligen Topmodell wie einer Radeon HD 5870 oder Geforce GTX 480 gegriffen werden. Alternativ tut es auch das etwas günstigere Modell, etwa eine Radeon HD 5850 oder eine Geforce GTX 470. Diese sind teilweise nicht nur deutlich günstiger, sondern bieten darüber hinaus auch das attraktivere Preis-Leistungs-Verhältnis. Mittels Overclocking kann man diesen Karten noch einen großen Performance-Zuwachs entlocken. Im folgenden Artikel erläutern wir Ihnen, wie und womit Sie Ihre Grafikkarte voll ausreizen.

Die richtigen Werkzeuge

Mit den richtigen Werkzeugen ist das Übertakten der Grafikkarte relativ einfach. Doch welches Tool ist das richtige und bietet den gewünschten Funktionsumfang? Tools, mit denen man die Grafikkarte übertakten kann, gibt es in Hülle und Fülle. So bietet zum Beispiel fast jeder Hersteller eine passende Software für seine Grafikkarten an.

Der Funktionsumfang des jeweiligen Tools ist im Grunde immer gleich: den Lüfter steuern, die Taktraten anpassen und – falls möglich – die Spannung ändern. EVGA bietet dem Käufer seiner Grafikkarten das Tool „EVGA Precision" an, das mit dem üblichen Funktionsumfang aufwartet. Allerdings liegt der Nachteil von EVGAs „Precision" klar auf der Hand: Es funktioniert meist nur mit Karten von EVGA. Bei Karten von anderen Herstellern kann es passieren, dass das Tool den Dienst quittiert. Auch Asus bietet den Kunden ein entsprechendes Tool an, um die Grafikkarte zu übertakten. Asus' „SmartDoc" bietet neben den üblichen Funktionen wie dem Steuern des Lüfters oder der Anpassung der Taktraten die Möglichkeit, die Spannung der GPU zu ändern. Abhängig von der Grafikkarte lassen sich hier bis zu 1,5 V einstellen. Die Möglichkeit, die Spannung zu verändern, haben Sie allerdings auch nur, wenn Ihre Karte von Asus stammt. Kommt „SmartDoc" auf einem System zum Einsatz, in dem keine Asus-Grafikkarte verbaut ist, zeigt es beim Windowsstart eine Fehlermeldung.

Hersteller-Software

Eine ideale und wirklich praktische Software zum Übertakten einer Grafikkarte liegt MSI-Karten bei. MSIs „Afterburner" bietet alle Funktionen und Einstellmöglichkeiten, die man braucht. Neben den üblichen Funktionen lässt sich abhängig von der Temperatur der GPU eine Lüfterdrehzahl einstellen. Weiterhin ermöglicht Afterburner, mehrere Profile zu erstellen, zwischen denen bei Bedarf per Tastenkombination gewechselt wird.

Neben den Hersteller-Tools gibt es weitere „freie" Tools, die es ermöglichen, die Grafikkarte zu übertakten. Das bekannteste unter diesen Tools ist zweifelsohne der „Rivatuner". Allerdings gibt es schon seit Längerem kein Update mehr für den Rivatuner. Mit wenigen Handgriffen in der RiverTuner.cfg, die sich im Installations-Ordner der Software befindet, werden auch neuere Karten unterstützt. Sie müssen lediglich die Device-ID Ihrer Grafikkarte mittels CPU-Z auslesen und bei dem zuletzt bekannten Eintrag in der RiverTuner.cfg hinzufügen. Aktuelle Radeon-HD5xx0-Karten können mit der Device-ID als RV790 hinzugeschummelt werden.

Aufgrund der Funktionen und der Möglichkeiten führt aber aktuell kein Weg an MSIs Afterburner vorbei, weshalb wir uns im Verlauf des Artikels auf die Nutzung dieser Software beschränken.

Overclocking durch BIOS-Mod

Neben der Möglichkeit, die Grafikkarte per Software zu übertakten, gibt es eine weitere Methode: die BIOS-Mod. Hierbei wird das originale BIOS der Karte verändert

und danach wieder auf die Karte geflasht. Diese Möglichkeit ist aber weitaus aufwendiger als das Software-Overclocking. Damit Sie das BIOS der Grafikkarte anpassen können, ist ein BIOS-Editor notwendig. Für Radeon-Grafikkarten steht der Radeon BIOS Editor, kurz RBE, zur Verfügung. Wenn Sie eine Geforce-Grafikkarte haben, müssen Sie zum NiBiTor greifen.

Beide Tools ermöglichen dieselben Einstellmöglichkeiten wie die Softwaretools. Nach dem Flashen wird keine weitere Software benötigt. Mit einem BIOS-Editor lassen sich Spannung und Taktraten ändern. Weiterhin ist es möglich, die automatische Lüftersteuerung anzupassen. Allerdings birgt die BIOS-Mod auch einige Gefahren und ist daher eher für Fortgeschrittene empfehlenswert. Wie beim Übertakten mit Software-Tools verfällt die Garantie auf die Grafikkarte. Im Falle eines Defekts oder misslungenen Flashvorgangs bleiben Sie auf einer fehlerhaften Karte sitzen.

Spiel mit der Spannung

Die Zeiten, in denen sich abgeschaltete Textureinheiten mit einem BIOS-Update freischalten ließen, sind vorbei. Mittlerweile geht der Trend eher in die Richtung, dem Kunden die Möglichkeit zu geben, die Spannung der GPU und des Videospeichers zu erhöhen. Allerdings sollten Sie bei der Erhöhung der Spannung äußerste Vorsicht walten lassen.

Seit der Radeon HD 4890 ist es fast bei allen gängigen Grafikkarten möglich, die Spannung zu verändern. Dennoch muss man bei den einzelnen Modellen darauf achten, ob der Hersteller nicht einen anderen Controller bei der Spannungsversorgung verbaut hat und so keine Änderungen zulässt. Die Karten der Radeon-HD-57x0- und -HD-58x0- sowie -HD-59x0-Serie im Referenzdesign sind alle zu MSIs Afterburner kompatibel und lassen eine Spannungsänderung zu. Gleiches gilt für aktuelle Grafikkarten der GTX-4x0-Serie.

Deutlich komplizierter wird die Geschichte allerdings bei Karten im Herstellerdesign. Da hier jeder Hersteller seine eigene Kreation auf den Markt wirft, kann es vorkommen, dass sich die Spannung nicht ändern lässt. Das beste Beispiel dafür ist die Radeon HD 5870 Vapor-X. Während es bei der ersten Revision, die auf AMDs Referenzdesign setzte, noch möglich war, die Spannung zu verändern, schauten Käufer der zweiten Revision in die Röhre. Sapphire setzt bei der zweiten Revision der Radeon HD 5870 Vapor-X auf ein alternatives Design und verbaut aus Kostengründen einen günstigeren Controller für die Spannungsversorgung. Auch Asus setzt auf einen alternativen Controller bei der Spannungsversorgung. Dieser lässt zwar eine Änderung der Spannung zu, ist aber nur zur hauseigenen Software „SmartDoc“ kompatibel.

Maximale Spannung

Doch wie viel Spannung können Sie Ihrer Grafikkarte maximal geben? Dieser Faktor hängt von der Karte und deren Kühlung ab. Sie sollten es dabei nicht übertreiben. Für den normalen 24/7-Betrieb ist eine Erhöhung von 10 Prozent unbedenklich. Mehr sollten Sie Ihrer Grafikkarte, gerade mit Luftkühlung, nicht zumuten. Die 10 Prozent mehr Spannung reichen in den meisten Fällen schon für eine recht großzügige Taktsteigerung aus. Eine weitere Erhöhung der Spannung ist nur vorübergehend empfehlenswert. Denn beachten Sie: Die vom Hersteller eingestellte Referenzspannung hat schon ihre Berechtigung. Bedenken Sie außerdem, dass sich eine höhere Spannung negativ auf die Lebensdauer der Grafikkarte auswirken kann.

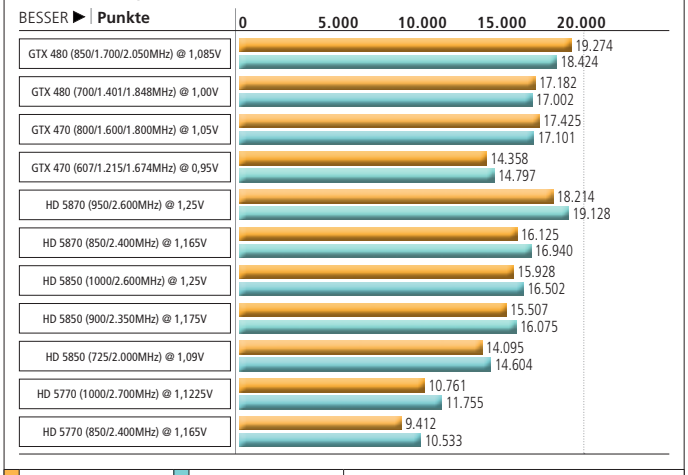
Neben der Möglichkeit, die Spannung per Software (MSI Afterburner) zu erhöhen, können findige Bastler der Karte durch eine vMod zu einer höheren Spannung verhelfen. Eine solche vMod wird meist auf der Rückseite der Grafikkarte aufgelötet. Auch hier gilt: Ist die vMod erst einmal gelötet, ist die Garantie futsch.

Kühlung

Ein entscheidender Punkt für die erreichten Overclocking-Ergebnisse ist auch die Kühlung der Grafikkarte. Allerdings stößt die eine oder andere High-End-Karte im Referenzdesign aufgrund des Kühlers schon im Werkszustand an ihre Leistungsgrenzen. Grundsätzlich gilt aber, dass sich ein kühlerer Grafikchip immer besser übertakten lässt. Sie sollten die Temperaturen Ihrer Grafikkarte vor dem Übertakten beobachten und bei Bedarf die Drehzahl anpassen. Bei aktuellen Radeon-Grafikkarten liegt der ▷

3D Mark Vantage

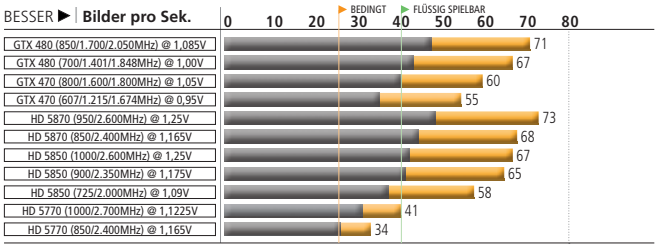
3D Mark Vantage Performance Present



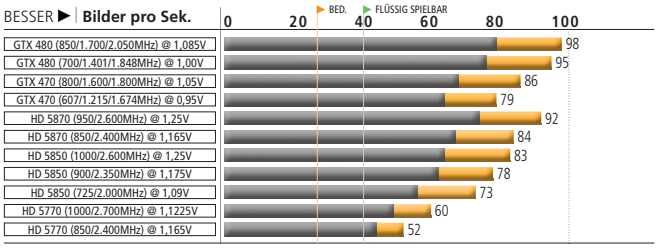
System: Phenom II X6 1090T, MSI 890FXA-GD70, 2x 2GB DDR3-1600 CL8; Win7 X64, Cat. 10.6, Geforce 257.21
Bemerkungen: Die GTX 470 kann um ca. 21,4 % (GPU-Only) zulegen. Die HD 5850 schließt fast zur HD 5870 auf und gewinnt 13 % (GPU-Only). Selbst die GTX 480 läuft noch ca. 12,2 % (GPU-Only) schneller.

Leistungszuwachs in Spielen

Crysis Warhead



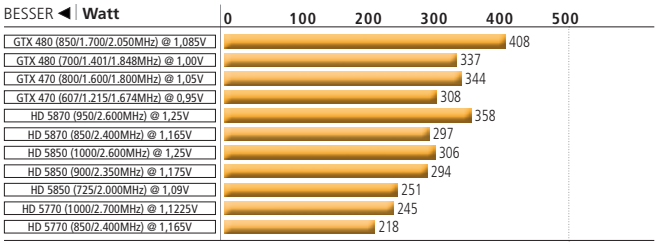
Colin McRae Dirt 2



System: Phenom II X6 1090T, MSI 890FXA-GD70, 2x 2GB DDR3-1600 CL8; Win7 X64, Cat. 10.6, Geforce 257.21
Bem.: Die Takte in Klammern stehen für: Takt Grafikchip/Takt Shader-Einheiten/Takt Grafik-Speicher

Leistungsaufnahme

Leistungsaufnahme bei Crysis Warhead



System: s. o. **Bem.:** Die erhöhte Spannung schlägt sich in der Leistungsaufnahme nieder. Besonders hart trifft es die stromhungrige GTX 480 (+21 %). Auch die HD 5850 gönnt sich eine höhere Leistungsaufnahme von rund 22 %

Technische Leistungsdaten im Vorher-Nachher-Vergleich

	Radeon HD 5770	OC: Rad. HD 5770	Radeon HD 5830
GPU-Takt (MHz)	850	1.000	800
Shader-Takt (MHz)	850	1.000	800
Speicher-Takt (MHz)	2.400	2.700	2.000
Shader-ALU	800	800	1120
Textur-Einheiten	56	56	40
ROPs	16	16	16
Speicher-Interface (Bit)	128	128	256
GFLOP/s	1.360	1.600	1.792
Texel-Fillrate (MTex/sec.)	34.000	40.000	44.800
Pixel-Fillrate (MPix/sec.)	13.600	16.000	12.800
Bandwidth (GiByte/sec.)	76,8	86,4	128,0

	Radeon HD 5850	OC: Rad. HD 5850	Radeon HD 5870
GPU-Takt (MHz)	725	1.000	850
Shader-Takt (MHz)	725	1.000	850
Speicher-Takt (MHz)	2.000	2.600	2.400
Shader-ALU	1.440	1.440	1.600
Textur-Einheiten	72	72	80
ROPs	32	32	32
Speicher-Interface (Bit)	256	256	256
GFLOP/s	2.088	2.880	2.720
Texel-Fillrate (MTex/sec.)	52.200	72.000	68.000
Pixel-Fillrate (MPix/sec.)	23.200	32.000	27.200
Bandwidth (GiByte/sec.)	128,0	166,4	153,6

	Geforce GTX 470	OC: GF GTX 470	Geforce GTX 480
GPU-Takt (MHz)	607	800	701
Shader-Takt (MHz)	1.214	1.600	1.402
Speicher-Takt (MHz)	1.674	1.800	1.848
Shader-ALU	448	448	480
Textur-Einheiten	56	56	60
ROPs	40	40	48
Speicher-Interface (Bit)	320	320	384
GFLOP/s	1.088,64	1.433,6	1.344,96
Texel-Fillrate (MTex/sec.)	33.992	44.800	42.000
Pixel-Fillrate (MPix/sec.)	16.996	22.400	21.000
Bandwidth (GiByte/sec.)	133,9	144,0	177,4

	Geforce GTX 465	OC: GF GTX 465	Geforce GTX 470
GPU-Takt (MHz)	607	850	607
Shader-Takt (MHz)	1.214	1.700	1.214
Speicher-Takt (MHz)	1.674	1.900	1.674
Shader-ALU	352	352	448
Textur-Einheiten	44	44	56
ROPs	32	32	40
Speicher-Interface (Bit)	256	256	320
GFLOP/s	855,36	1196,8	1.088,64
Texel-Fillrate (MTex/sec.)	26.752	37.400	33.992
Pixel-Fillrate (MPix/sec.)	13.354	18.700	24.280
Bandwidth (GiByte/sec.)	102,7	121,6	133,9

	Geforce GTX 460/1G	OC: GF GTX 460/1G	Geforce GTX 470
GPU-Takt (MHz)	675	850	607
Shader-Takt (MHz)	1.350	1.700	1.214
Speicher-Takt (MHz)	1.800	2.100	1.674
Shader-ALU	336	336	448
Textur-Einheiten	56	56	56
ROPs	32	32	40
Speicher-Interface (Bit)	256	256	320
GFLOP/s	907	1142,15	1.088,64
Texel-Fillrate (MTex/sec.)	36.400	37.400	33.992
Pixel-Fillrate (MPix/sec.)	18.200	22.919	24.280
Bandwidth (GiByte/sec.)	115,2	134,4	133,9

Durch Overclocking erreichen Sie mit einer „kleinen" Karte oft das Leistungsniveau der nächstgrößeren Karte. So kann es eine GTX 460/1G ab 850 MHz Chiptakt mit der GTX 470 aufnehmen; Letztere benötigt mindestens 800 MHz für GTX-480-Niveau.

Richtwert zwischen 70 und 80 Grad Celsius. Bei höheren Temperaturen kann es passieren, dass sich die Karte schlechter übertakten lässt.

Alternative Kühler

Weiterhin sollten Sie die Temperatur bei einer Erhöhung der Spannung beobachten. Reicht die ab Werk montierte Kühllösung nicht mehr aus, so besteht die Möglichkeit, diese zu ersetzen. Der Markt für alternative Grafikkartenkühler bietet eine Vielzahl an Alternativen. Wenn Sie das Maximum mit einem alternativen Luftkühler erreichen möchten, sollten Sie sich den Prolimatech MK-13, unsere Empfehlung aus Ausgabe 04/2010, anschauen.
Alternative Kühler, die wesentlich leistungsstärker und vor allem auch leiser sind, haben den Vorteil, dass durch die bessere Kühlleistung bei gleicher Spannung höhere Taktraten erzielt werden können. Eine noch bessere Kühlung erreichen Sie nur, wenn Sie der Karte einen Wasserkühler spendieren. Eine Wasserkühlung sorgt für deutlich geringere Temperaturen und daher auch für bessere Taktraten. Ein weiterer Vorteil der Wasserkühlung ist, dass Sie die Spannung der GPU um ein weiteres kleines Stück erhöhen können. Sie sollten die Temperaturen trotz eines Wasserkühlers aber nie außer Acht lassen.

Maximale Taktraten austesten

Bei den ersten Übertaktungsversuchen lassen Sie die Spannung der Karte besser unangetastet. Die Spannung sollte erst erhöht werden, wenn die maximalen Taktraten bei der aktuell anliegenden Spannung erreicht sind. Damit die Grafikkarte besser gekühlt wird, sollten Sie zusätzlich die Lüftergeschwindigkeit erhöhen.

MSIs Afterburner ermöglicht es, die Taktraten in 1-MHz-Schritten zu erhöhen. Es empfiehlt sich aber, sich mit kleinen Schritten von 5 bis 10 MHz an die maximale Taktrate heranzutasten. Um die Erhöhung der Taktrate temporär auf Stabilität zu prüfen, sollten Sie den 3D Mark Vantage durchlaufen lassen.

Erhöhen Sie die Taktrate des Grafikprozessors nun immer wieder in kleinen Schritten und prüfen Sie, ob der 3DMark Vantage stabil durchläuft. Wenn der Benchmark abstürzt, wissen Sie, dass die Taktraten zu hoch sind. Senken Sie den Takt dann auf die letzte Stufe, bei welcher der Benchmark noch ohne Probleme durchlief.

Stabilität testen

Der 3DMark Vantage ist jedoch nicht ausschlaggebend für die Stabilität im Spielbetrieb, sondern dient lediglich dazu, einen ersten Richtwert zu erreichen. Um zu prüfen, ob die erreichten Taktraten auch in Spielen stabil sind, sollten Sie ein leistungshungriges Spiel wie *Crysis* nutzen. Wundern Sie sich nicht, wenn *Crysis* mit den im 3D Mark Vantage maximal stabilen Taktraten abstürzt. In der Regel müssen Sie die Taktrate des Grafikprozessors um 10 bis 20 MHz absenken, bis das Spiel stabil läuft.

Shader übertakten

Neben dem Grafikprozessor können Sie die Shader-Einheiten übertakten. Bei AMD-Radeon-Grafikkarten ist der Shader-Takt identisch mit dem Takt des Grafikprozessors und kann nicht getrennt verändert werden. Bei Geforce-Grafikkarten sieht das etwas anders aus. Bei älteren Karten wie der Geforce-GXT-2x0-Serie konnte der Shader-Takt getrennt von der Taktrate des Grafikprozessors erhöht werden. Bei aktuellen Karten der Geforce-GTX4xx-Serie ist die Taktrate der Shader-Einheiten an den Takt der GPU gekoppelt. Die Taktrate der Shader-Einheiten ist immer doppelt so hoch wie die des Grafikprozessors. Beim Austesten des maximalen Shader-Takts bei Geforce-Grafikkarten gilt das Gleiche wie beim Herausfinden des maximalen GPU-Takts: Erhöhen Sie den Takt in kleinen Schritten und prüfen Sie die Änderungen immer wieder auf Stabilität.

Speicher übertakten

Neben den Shader-Einheiten und dem Grafikprozessor lässt sich auch der Grafikspeicher übertakten. Hier gilt die gleiche Vorgehensweise. Erhöhen Sie den Takt in kleinen Schritten von 10 bis 20 MHz und prüfen Sie, ob die Grafikkarte noch stabil läuft. Allerdings lässt sich der Grafikspeicher nicht mit dem 3DMark Vantage prüfen. Hier müssen Sie die Taktraten direkt mit einem Spiel, vorzugsweise *Crysis*, austesten. Ein weiteres Indiz dafür, dass der Takt des Speichers zu hoch ist, ist das Auftreten von Artefakten. Senken Sie den Takt dann leicht ab und prüfen Sie erneut, ob alles läuft. Wenn Sie die maximalen Taktraten ermittelt haben können

Sie, falls möglich, die Spannung des Grafikprozessors erhöhen. Mit der erhöhten Spannung geht das Spielchen mit dem Austesten der maximalen Taktraten in eine neue Runde, die Vorgehensweise bleibt gleich. An dieser Stelle sei noch gesagt, dass Programme wie Furmark oder MSIs Kombustor nicht dazu geeignet sind, die Taktraten auf Stabilität zu prüfen. Diese Tools eignen sich höchstens dazu, zu prüfen, wie leistungsfähig der Kühler der Grafikkarte ist.

Erfolgsaussichten

Pauschal lässt sich allerdings auch nicht festhalten, wie gut sich eine Grafikkarte übertakten lässt. Auch gibt es keine Garantie dafür, dass sich eine Grafikkarte überhaupt übertakten lässt. Im schlimmsten Fall läuft die Karte mit einer kleinen Anhebung der Taktrate schon instabil. Wie viel Potenzial eine Grafikkarte hat, hängt allein von der Güte des Grafikprozessors und des Videospeichers ab. Hier entscheidet der Zufall, ob Sie ein gutes oder ein schlechtes Exemplar erwischen. Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Tabelle mit Richtwerten, die wir bei unseren Tests erreicht haben. Diese Richtwerte basieren auf unseren OC-Erfahrungen.

Übertakten im Multi-GPU-System

Neben der Möglichkeit, eine Karte zu übertakten, lassen sich auch zwei Karten im SLI- bzw. Crossfire-Verbund übertakten. Wir raten allerdings davon ab, die Taktraten für beide Karten gleichzeitig auszutesten. Besser fahren Sie damit, wenn Sie jede Karte vorher einzeln austesten und hinterher im Multi-GPU-Gespann die Taktraten der schlechteren Karte anwenden und auf Stabilität prüfen.

In der Praxis ist nicht immer gesagt, dass zwei oder mehr Karten mit den ermittelten Taktraten laufen. Unser Praxistest mit zwei Radeon HD 5770 kann als vollständiges Desaster bezeichnet werden. Mit den standardmäßigen Taktraten von 850/1.200 MHz liefen beide Karten im Crossfire-Modus ohne Probleme stabil. Drehten wir leicht an der Taktschraube, stürzte das System ab. Positiver verlief dagegen der Praxistest mit zwei Geforce GTX 285/1GB. Eine der beiden Karten erreichte im Einzeltest etwas geringere Taktraten, im SLI-Verbund liefen beide Karten aber ohne Probleme stabil. Bei Bedarf lässt sich in den Optionen des Afterburners festlegen, ob die Taktraten synchron auf beide Karten angewandt werden sollen oder ob jede Karte einzeln eingestellt werden soll.

Praxisprobleme

Die Probleme, die mit zwei verbauten Karten auftreten können, sind natürlich auch bei einer Grafikkarte mit zwei Grafikprozessoren zu berücksichtigen. Da sich jeder Grafikprozessor anders verhält, ist nicht gesagt, dass immer die gleichen maximalen Taktraten erreicht werden. Bei Dual-GPU-Karten ist dies allerdings etwas problematischer, da meist nur beide GPUs gleichzeitig angesprochen werden. So kann es vorkommen, dass die erste GPU zwar mit den höheren Taktraten läuft, die zweite GPU mit den Taktraten aber Probleme hat und das System somit abstürzt. Bei der Ermittlung der maximalen Taktraten einer Dual-GPU-Karte gilt das, was für eine Single-GPU-Karte genannt wurde: langsam herantasten und immer wieder ausprobieren.

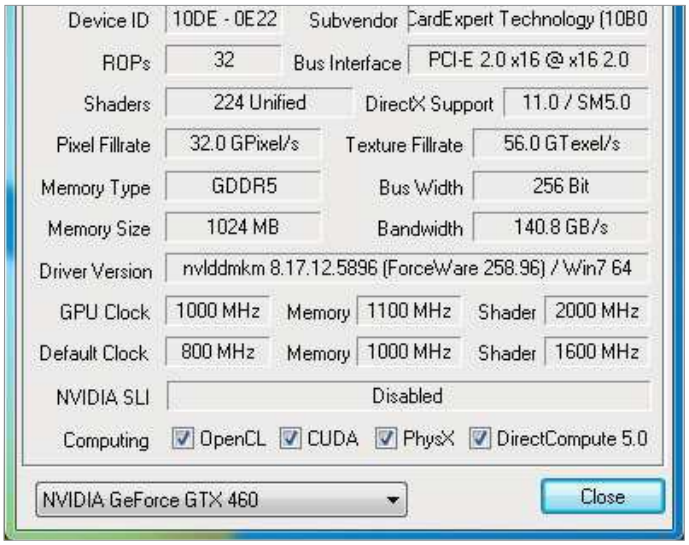
Integrierte Grafik übertakten

Neben „normalen" Grafikkarten lassen sich auch aktuelle Onboard- und On-Chip-Grafikprozessoren übertakten. Diese sind zwar im Vergleich zu optionalen Karten leistungsschwächer, durch höhere Taktraten lässt sich aber eine bessere Leistung erzielen. Allerdings muss hier klar zwischen einer Onboard-Grafikkarte, die auf dem Mainboard verlötet ist, und einer On-Chip-Lösung, die in den Prozessor integriert ist, unterschieden werden.

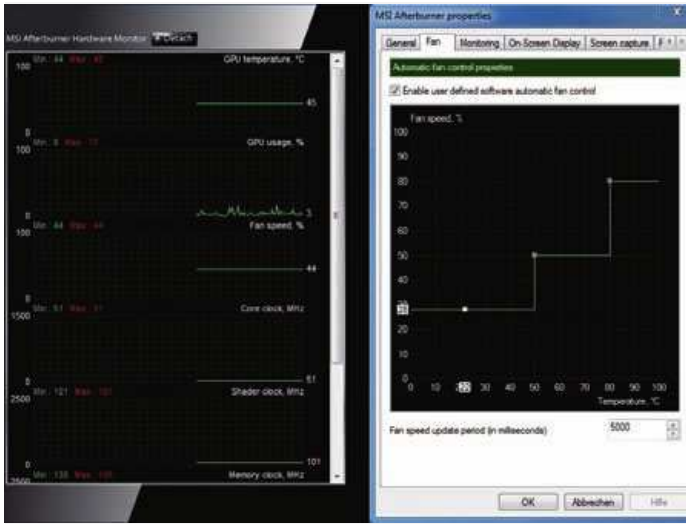
Bei aktuellen Prozessoren der Core-i3- bzw. Core-i5-Serie setzt Intel auf eine On-Chip-Grafik und integriert diese mit in den Prozessor. Bei älteren Intel-Plattformen wie dem Sockel 775 setzte Intel noch auf eine Onboard-Grafiklösung.

Grafikkern übertakten

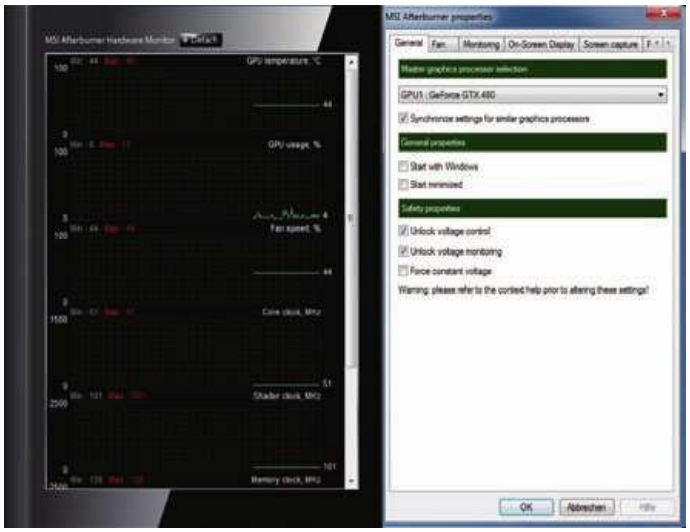
Standardmäßig läuft die On-Chip-Grafik eines Core i3-5x0 mit 733 MHz. In unseren Tests konnten wir diese auf 933 MHz übertakten ohne die Spannung anzuheben. Mit einer Änderung der Spannung bei der in den Prozessor integrierten Grafik sollten Sie allerdings vorsichtig sein. Diese sollte nicht um mehr als +0,1 Volt angehoben werden, da die Abwärme der Grafikkarte vom ▷



Geforce GTX 460/1G: Sofern Sie ein exzellentes Modell Ihr Eigen nennen und die Spannung auf 1,21 Volt setzen, erreicht die Karte bis zu 1 GHz Chiptakt.

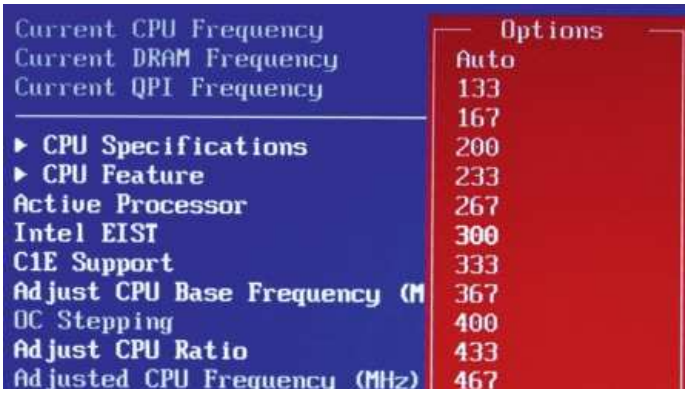


Mithilfe von MSIs Afterburner ist es möglich, die Taktraten zu ändern, die Spannung anzupassen und den Lüfter zu steuern – auf Wunsch abhängig von der Temperatur.



Bevor die Spannung verändert werden kann, muss diese Eigenschaft in den Optionen freigeschaltet werden.

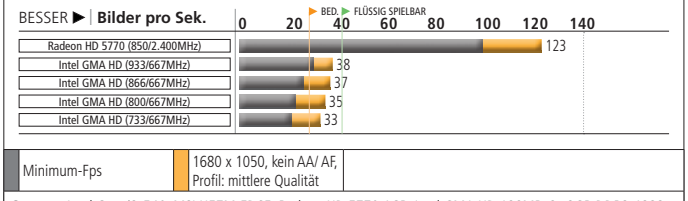
Auch Systeme mit Onboard-Grafikkarten lassen sich übertakten, allerdings ist hier ein geringerer Leistungszuwachs zu erwarten.



Die Einstellmöglichkeiten im BIOS des MSI H57M-ED65 erlauben es, die Taktrate und die Spannung anzuheben.

Trackmania Nations Forever

Trackmania-Benchmark



Minimum-Fps | 1680 x 1050, kein AA/ AF, Profil: mittlere Qualität

System: Intel Core i3-540, MSI H57M-ED65, Radeon HD 5770 1GB, Intel GMA HD 128MB, 2x 2GB DDR3-1333 CL6; Win7 X64, Catalyst 10.6 **Bemerkungen:** Das Übertakten der Onboard-Grafik eines Mainboards bringt einen geringen Leistungszuwachs. Die leichte Erhöhung der Min-Fps sorgt aber für einen flüssigeren Spielverlauf.

Prozessorkühler mitverarbeitet werden muss.

Da der Grafikspeicher bei allen Core-iX-Prozessoren vom Arbeitsspeicher abgezwackt wird, taktet dieser genauso schnell wie der Arbeitsspeicher. Durch den Speicherteiler von DDR3-1333 ergibt sich ein Speichertakt von 667 MHz. Erhöhen Sie den externen Takt (BLCK), erhöht sich auch die Taktrate des Arbeitsspeichers und somit auch die Taktrate für den abgezwackten Grafikspeicher.

Allerdings ist nicht bei jedem Mainboard garantiert, dass diese Einstellmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Es kommt daher auf das jeweilige BIOS des Herstellers an, ob dieser dem User die Funktionen zur Verfügung stellt. Im Falle unseres H57M-ED65 von MSI war es im BIOS möglich, die Spannung und die Taktrate der Grafikeinheit des Core i3-540 anzupassen. Allerdings war die Abstufung der Taktrate nicht sonderlich fein: Der Takt ließ sich lediglich in 33-MHz-Schritten erhöhen.

Onboard-Grafik übertakten

Bei aktuellen AMD-Systemen ist die Situation ähnlich, allerdings verfügen hier einige Mainboards über extra aufgelöteten Grafikspeicher. Als Grafiklösung kommt auf aktuellen 890-GX-Mainboards eine Onboard-Grafik in Form der Radeon HD 4290 zum Einsatz. Weiterhin ist die Grafikkarte nicht in den Prozessor integriert, sondern befindet sich direkt auf dem Mainboard in der Northbridge. Die Abwärme beider Komponenten wird von der Kühlkonstruktion des Mainboards aufgenommen. Hier lassen sich, falls vorhanden, beide Taktraten unabhängig vom Referenztakt und dem Speichertakt/-teiler verändern.

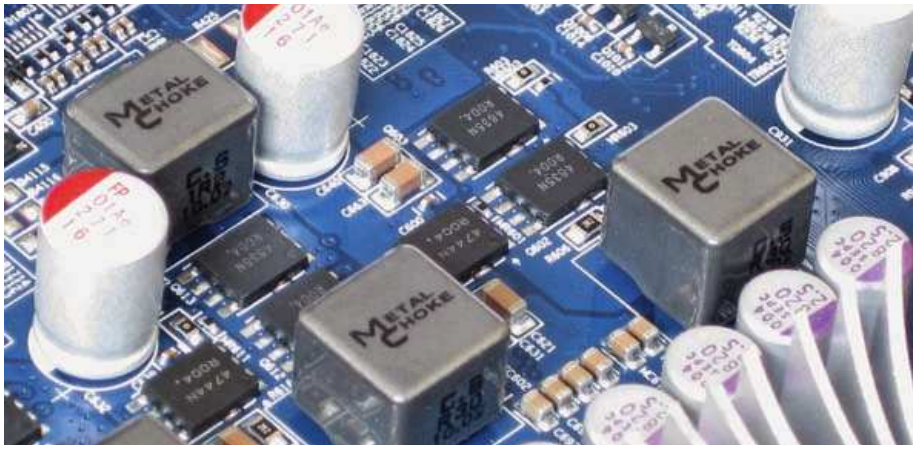
Unser Test-Mainboard, ein M4A89GTD Pro/USB3 von Asus, bot hingegen noch weitere Einstellungen. Hier ließen sich neben der Spannung und der Taktrate für die Grafikeinheit auch die Einstellungen für den aufgelöteten Videospeicher anpassen. Allerdings kommt es auch hier auf das BIOS des jeweiligen Herstellers an, welche Einstellmöglichkeiten er den Kunden zur Verfügung stellt.

Leistungsgewinn

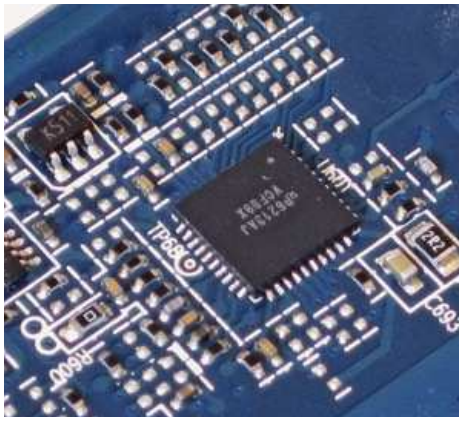
Auch wenn die integrierten Grafikkarten aktueller Systeme verhältnismäßig „schwach" sind, reichen sie für ein Spielchen zwischendurch aus. In unseren Tests konnten wir die Leistung des Grafikkerns des Core i3-540 durch Overclocking um bis zu 42,9 Prozent steigern. Ältere Spiele sollten daher (unter Umständen etwas abgespeckt) spielbar sein. Bei neueren Spielen helfen auch die höheren Taktraten nicht. Hier geht den schwachen Onboard-Kollegen einfach die Puste aus. Zum Spielen empfiehlt es sich dann, eine günstigere und teils deutlich stärkere optionale Grafikkarte zu verbauen. Für den Office-PC reicht die Onboard-Grafikeinheit auch ohne Overclocking.

Ideale Overclocking-Karten

Grundsätzlich lassen sich alle Grafikkarten übertakten, doch bieten sich einige Karten aufgrund des idealen Preis-Leistungs-Verhältnisses besonders an. Wer auf der Suche nach einer möglichst günstigen Karte mit viel Overclocking-Potenzial ist, wird an einer auf dem Radeon-HD-



Auch Gigabyte setzt bei der Radeon HD 5770 DU auf hochwertige Bauteile wie „Metal Chokes" und zwei Unzen Kupfer im PCB. Diese sollen für besonders gute Overclocking-Ergebnisse sorgen.



Sapphire und HIS verbauen bei ihren Karten einen Controller von uPI Semiconductor. Diese Controller erlauben es nicht, die Spannung zu verändern.

5770-Chip basierenden Grafikkarte nicht vorbeikommen. Grafikkarten auf Basis der Radeon HD 5770 sind schon ab 125 Euro erhältlich und punkten durch den verhältnismäßig guten Preis. Im Idealfall können Sie mit einer Radeon HD 5770 einen GPU-Takt von 1.000 MHz oder mehr erreichen. Was die Leistung betrifft, kann sich die Radeon HD 5770 so sogar vor einer Radeon HD 5830 positionieren.

Etwas teurer, aber genauso „OC-willig" ist die Radeon HD 5850. Auch hier ist es möglich, einen GPU-Takt von mehr als 1.000 MHz zu erzielen. Leistungsmäßig kann eine übertaktete Radeon HD 5850 der größeren Schwester HD 5870 Paroli bieten.
Falls Sie eine Geforce-Grafikkarte bevorzugen, sollten Sie sich die Geforce GTX 465 bzw. GTX 470 anschauen. Die kleine GTX 465 lässt sich dank Overclocking fast auf das Leistungsniveau einer Geforce GTX 470 bringen. Eine GTX 470 ist mittels Overclocking nicht mehr weit vom Topmodell Geforce GTX 480 weg. Gerade die HD 5770 und die HD 5850 sind ideale Beispiele dafür, dass gute Grafikkarten nicht teuer sein müssen und durch Overclocking richtig zulegen können.

Leistungsplus durch Overclocking

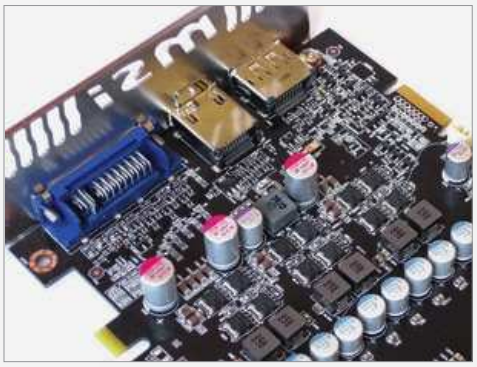
Die Benchmarks veranschaulichen gut, wie viel Leistung die jeweiligen Karten durch höhere Taktraten gewinnen können. Besonders die Radeon HD 5850 und die Geforce GTX 470 profitieren von Overclocking. Allerdings legen auch von Haus aus schnelle Grafikkarten wie die Radeon HD 5870 oder die Geforce GTX 480 bei höheren Taktraten noch einmal spürbar zu.

In unserem Praxistest konnten wir die Leistung der Radeon HD 5850 in Kombination mit einer leichten Spannungserhöhung teils deutlich steigern. Anstatt mit 725/2.000 MHz hoben wir die Taktraten auf 900/2.350 MHz an. Dafür war allerdings eine Spannung von 1,175 V nötig. Die 1-GHz-Grenze fiel bei einer Spannung von 1,25 V. In den Spiele-Benchmarks konnte die HD 5850 mit 1.000/2.600 MHz um bis zu 15,6 % (*Crysis Warhead* Durchschnitts-Fps) zulegen.

Auch die Geforce GTX 470 lieferte gute Ergebnisse ab und kommt durch die höheren Taktraten in Schlagdistanz zur Geforce ▷

Empfehlung der Redaktion: MSI R5770 Hawk

MSI spendiert der R5770 Hawk eine besondere Spannungsversorgung: Statt der standardmäßigen vier Phasen verbaut MSI sieben Phasen. Dies soll für eine besonders stabile Spannung sorgen.



Die beste Radeon HD 5770 stammt von MSI und ist aufgrund der technischen Gegebenheiten eine ambitionierte Overclocking-Karte. MSI spendiert der R5770 neben einem besonders hochwertigen PCB auch einen sehr leistungsstarken Kühler. MSI setzt bei der R5770 Hawk auf einen Kühler der „Twin Frozr II"-Serie. Vielen wird der Kühler von der MSI GeForce GTX275 Lightning bekannt sein. Auf der R5770 Hawk kommt der Kühler allerdings in leicht abgespeckter Version zum Einsatz. Anstatt fünf Heatpipes verfügt der „Twin Frozr II"-Kühler bei der R5770 Hawk nur noch über drei Heatpipes.

Auch wenn die R5770 Hawk dank des „Twin Frozr II"-Kühlers viel Aufmerksamkeit auf sich zieht und somit von den technischen Eigenschaften ablenkt, liegen die eigentlichen Argumente der Hawk unter dem Kühler begraben. Standardmäßig verfügt die Radeon HD 5770 nur über vier Spannungsversorgungsphasen. MSI spendiert der R5770 Hawk dagegen sieben Spannungsversorgungsphasen! Der Vorteil der sieben Phasen ist, dass sich die Last auf die verfügbaren Phasen verteilt. So sind die sieben Phasen den vier des Referenzdesigns klar überlegen. Durch die bessere Verteilung bleibt die Temperatur der einzelnen Phasen auch geringer.

In der Praxis sorgen die sieben Spannungsversorgungsphasen für eine stabilere Spannung und sollen so das Overclocking-Potenzial steigern. Ein weiteres praktisches Feature sind die „V-Check Points". Diese erlauben es, die anliegende Spannung für die GPU und den Speicher per Multimeter direkt auszulesen. Des Weiteren verbaut MSI hochwertige Komponenten der „Military Class". Dazu zählen Hi-c-Caps (hoch leitfähige, polymerisierte Kondensatoren), SSCs (Solid State Chock) und Solid-CAPs. Diese Komponenten sind auf eine lange Lebensdauer und hohe Belastung ausgelegt. Weiterhin soll durch diese ausgewählten Bauteile nerviges Spulenfiepen unterbunden werden, was sich in der Praxis bestätigt.

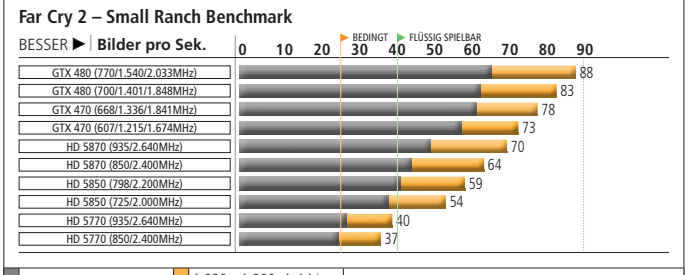
Bei unseren Overclocking-Tests konnten wir unser Testmuster der R5770 Hawk schon bei einer Spannung von 1,2V mit 1.000/2.830 MHz betreiben. Eine leichte Spannungserhöhung auf 1,3V ermöglichte 1.060/2.830 MHz. Auch wenn die R5770 Hawk von MSI etwas teurer als vergleichbare Modelle ist, ist sie jeden Euro wert. Sie zeigt allerdings auch sehr gut, was hochwertige Bauteile und ein ausgefeiltes PCB leisten können. OC-technisch ist die R5770 Hawk der absolute Überflieger.

Übertaktungspotenzial von 21 Grafikkarten im Überblick

Grafikkarte	Standardtakt	OC-Takt (Durchschnitt)	OC-Takt mit erhöhter Spannung/ besserer Kühlung
Nvidia Geforce			
Geforce GTX 480	701/1.401/1.848 MHz	800/1.600/1.950 MHz	850/1.700/2.100 MHz
Geforce GTX 470	608/1.215/1.674 MHz	750/1.500/1.800 MHz	800/1.600/1.850 MHz
Geforce GTX 465	607/1.215/1.604 MHz	740/1.480/1.900 MHz	860/1.720/1.950 MHz
Geforce GTX 460/1G	675/1.350/1.800 MHz	850/1.700/2.100 MHz	920/1.840/2.200 MHz
Geforce GTX 285/1G	648/1.476/1.242 MHz	720/1.566/1.296 MHz	756/1.620/1.332 MHz
Geforce GTX 280	602/1.296/1.107 MHz	702/1.404/1.242 MHz	720/1.512/1.296 MHz
Geforce GTX 260-216 (65 nm)	576/1.242/999 MHz	621/1.404/1.152 MHz	702/1.512/1.215 MHz
Geforce GTS 250/9800 GTX+/512M	738/1.836/1.102 MHz	799/1.998/1.203 MHz	849/2.052/1.224 MHz
Geforce 8800 GTX	576/1.350/900 MHz	621/1.512/999 MHz	648/1.620/1.053 MHz
Geforce 8800 GT/512M	602/1.512/900 MHz	702/1.620/999 MHz	720/1.784/1.053 MHz
Geforce 8800 GTS/640M	513/1.188/792 MHz	621/1.512/950 MHz	648/1.620/1.053 MHz
Geforce 9600 GT/512M	650/1.625/900 MHz	700/1.750/999 MHz	750/1.800/1.053 MHz
AMD/Ati Radeon			
Radeon HD 5970	725/2.000 MHz	830/2.400 MHz	900/2.500 MHz
Radeon HD 5870	850/2.400 MHz	920/2.600 MHz	970/2.700 MHz
Radeon HD 5850	725/2.000 MHz	850/2.500 MHz	980/2.600 MHz
Radeon HD 5770	850/2.400 MHz	900/2.500 MHz	970/2.600 MHz
Radeon HD 5750	700/2.300 MHz	800/2.500 MHz	850/2.600 MHz
Radeon HD 4890	850/1.950 MHz	920/2.300 MHz	1.000/2.400 MHz
Radeon HD 4870/1G	750/1.800 MHz	820/1.950 MHz	850/2.000 MHz
Radeon HD 4850/512M	625/993 MHz	680/1.050 MHz	720/1.100 MHz
Radeon HD 3870	775/1.125 MHz	830/1.250 MHz	850/1.296 MHz

Bitte beachten Sie, dass alle Angaben Richtwerte, basierend auf unseren OC-Erfahrungen, sind. Ihre Karte kann besser oder schlechter zu übertakten sein.

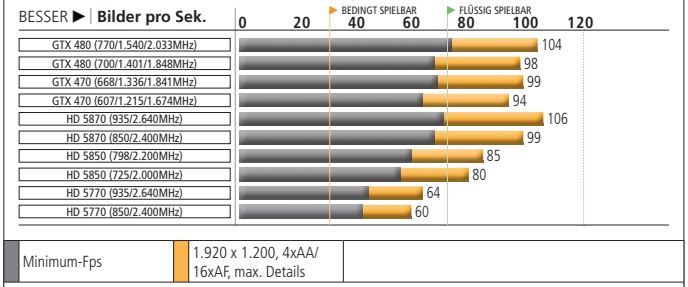
Far Cry 2



Minimum-Fps	1.920 x 1.200, 4xAA/ 16xAF, DX10, max. Det.

System: Phenom II X6 1090T, MSI 890FXA-GD70, 2x 2GB DDR3-1600 CL8; Win7 X64, Catalyst 10.6, GeForce 257.21 **Bemerkungen:** Alle Karten wurden um 10 % (RAM, Shader und Speicher) übertaktet. Die HD 5870 kann die 10 % Takt am besten umsetzen: Far Cry 2 legt um 11 % Min-Fps zu (Durchschnitts-Fps: +9,4 %).

Call of Duty: Modern Warfare 2



Minimum-Fps	1.920 x 1.200, 4xAA/ 16xAF, max. Details

System: Phenom II X6 1090T, MSI 890FXA-GD70, 2x 2GB DDR3-1600 CL8; Win7 X64, Catalyst 10.6, Geforce 257.21 **Bemerkungen:** Alle Karten wurden um jeweils 10 % (RAM, Shader und Speicher) übertaktet. CoD: MW2 liegt der Geforce GTX 480 samt OC am besten: Die Min-Fps nehmen um 8,8 % zu (Durchschnitts-Fps: +6,1 %)

Die R5770 Hawk verfügt über Voltage-Checkpoints. Die anliegende Spannung lässt sich so ganz einfach mit einem Multimeter ablesen.

Die R5850 Twin Frozr II von MSI verfügt über einen leistungsstarken Kühler. Vier Heatpipes (2 x 8 mm und 2 x 6 mm) leiten die Abwärme von der GPU in den Kühlkörper. Für Frischluft sorgen zwei 80-mm-Lüfter.

GTX 480. Mit einer leichten Spannungserhöhung durchläuft die GTX 470 die Benchmarks mit Leichtigkeit. Die um 0,1 V erhöhte Spannung ermöglicht die maximalen Taktraten von 800/1.600/1.800 MHz. In der Praxis kann die Karte dadurch um 18,9 Prozent (Minimum-Fps bei *Crysis Warhead*) beziehungsweise um 14,3 Prozent (Minimum-Fps bei *Colin McRae* Dirt 2) zulegen.

Im direkten Vergleich mit den Spitzenmodellen wie der HD 5870 und der GTX 470 können die übertakteten kleineren Modelle ordentlich zulegen. Allerdings haben die höheren Taktraten und die angehobene Spannung eine höhere Leistungsaufnahme zur Folge.

Leistungsaufnahme

Die gewonnene Rechenleistung wird mit einer höheren Leistungsaufnahme erkauft. Wir haben daher die Leistungsaufnahme im Spielbetrieb mit *Crysis Warhead* ermittelt. Die „kleine" Radeon HD 5770 begnügt sich mit einer erhöhten Leistungsaufnahme von 27 Watt. Mit höheren Taktraten und angehobener Spannung braucht die Radeon HD 5770 fast so viel Strom wie eine Radeon HD 5850 mit Referenzeinstellungen. Mit den maximalen Einstellungen (Spannung: 1,25 V @ 1.000/2.600 MHz) benötigt das System im Spielbetrieb 55 Watt mehr. Die übertaktete Radeon HD 5850 sortiert sich mit diesen Einstellungen sogar leicht über einer HD 5870 (297 Watt Leistungsaufnahme) mit Standardeinstellungen ein.

Im Vergleich zur Geforce GTX 480 liefert die kleine GTX 470 in Sachen Leistungsaufnahme ein deutlich besseres Bild ab. Die höheren Taktraten in Kombination mit der höheren Spannung schlagen nur mit einer erhöhten Leistungsaufnahme von 36 Watt zu Buche. Den Vogel schießt aber die von Haus aus stromhungrige Geforce GTX 480 ab. Die angehobene Spannung und die erhöhten Taktraten fordern Tribut: Das System gönnt sich 71 Watt mehr.

Spezielle OC-Karten

Neben den „normalen" Grafikkarten haben einige Hersteller spezielle Overclocking-Karten ins Leben gerufen. Diese Karten sollen sich durch besonders hochwertige Bauteile auszeichnen und sehr gute Overclocking-Ergebnisse erzielen. Die gängigsten und bekanntesten Karten kommen dabei von MSI, Asus und Gigabyte. Gigabyte spendiert den Karten der Ultra-Durable-Serie die doppelte Menge an Kupfer und verspricht so besonders hohe Overclocking-Resultate.

Auch Asus bietet mit der Matrix-Serie Grafikkarten an, die sich speziell an Übertakter richten. Als außergewöhnliches Feature lassen sich bei der aktuellen HD 5870 Matrix sogar die Latenzzeiten und die Spannung für den Grafikspeicher verändern.

MSI schickt nach der Geforce GTX 275 nun die R5770 Hawk und die R5870 Lightning ins Rennen. Beide Karten verfügen über hochwertige Bauteile und eine aufwendige Spannungsversorgung, die für gute Overclocking-Ergebnisse sorgen sollen. Allerdings kann es auch vorkommen, dass eine solche OC-Karte nicht die gewünschten Ergebnisse erreicht.

Ein Testmuster der R5870 Lightning von MSI ließ sich in unseren Tests nicht mit einem höheren GPU-Takt als 955 MHz betreiben – auch mit einer höheren Spannung war eine höhere Taktrate nicht stabil. Hier kommt es letztendlich auch auf die Güte des Chips an. Grundsätzlich ist eine solche Luxus-Karte aber für gute Overclocking-Ergebnisse nicht zwangsweise erforderlich. *(jr/cg)*

Fazit

Bis zu 20 Prozent mehr Leistung

Abschließend lässt sich festhalten, dass sich Overclocking wirklich lohnen kann. Vorbei sind die Zeiten, in denen sich Leistung durch Pipeline-Mods gewinnen ließ. Aktuelle Karten verfügen allerdings über ein gutes Potenzial, das eine ordentliche Leistungssteigerung zulässt – auch ohne Spannungserhöhung. Bietet Ihre Grafikkarte die Möglichkeit, die Spannung zu verändern, lässt sich noch etwas mehr Leistung herausholen. Gerade Karten mit einem sehr guten Preis-Leistungs-Verhältnis sind ideale Overclocking-Opfer. Unser Test bestätigt, dass sich die Radeon HD 5850 und die Geforce GTX 470 geradezu anbieten, übertaktet zu werden. Wenn Sie die erhöhte Leistungsaufnahme nicht abschreckt und Sie es mit der Volt-Steigerung nicht übertreiben, können Sie dank Overclocking beim Kauf der Grafikkarte ruhig auf ein etwas günstigeres Modell zurückgreifen und dieses dann ordentlich tunen.

Die PC-Games-Hardware-Community ist aktiv bei Folding @ Home und Hwbot

PCGH bei F@H & Hwbot

Gemeinsam sind wir stark – dieses Motto gilt für die Hwbot- und die Folding-@-Home-Teams von PC Games Hardware gleichermaßen. Jeder ist willkommen!

Fans purer Rechenleistung können zusammen mehr erreichen. Neben kollegialem Zusammenhalt hat man so auch die Möglichkeit, sich mit internationalen Top-Teams zu messen.

Folding @ Home

Bei F@H handelt es sich um ein Projekt der Stanford-University, in dem es hauptsächlich darum geht, Krankheiten zu erforschen, die durch Missfaltung körpereigener Proteine entstehen. Das Team von PC Games Hardware befindet sich als das beste deutschsprachige Team seit Kurzem auf Platz 22 von mehreren tausend Teams weltweit. (Stand: 09.08.) Nach einer längeren Durststrecke während der Urlaubszeit erholt sich zudem die Leistungsausbeute der im Team befindlichen User langsam wieder auf das gewohnte Niveau. Helfen auch Sie dem PC-Games-Hardware-F@H-Team und kämpfen Sie gemeinsam mit vielen anderen Usern gegen Krankheiten wie Alzheimer, Huntington, Parkinson und viele mehr.

Hwbot

Die Overclocking-Datenbank Hwbot.org bietet ebenfalls die Möglichkeit, sich für das Team von PC Games Hardware zu betätigen. Ob flüssigstickstoffgekühlte Quad-SLI-Systeme oder ein luftgekühlter 486er – Punkte und virtuelle Pokale lassen sich mit beiden holen. Mittlerweile belohnt Hwbot das Benchen populärer Hardware: Ein zehnter Platz im Radeon-HD-4870-Ranking bringt daher deutlich mehr als das beste mit einer Matrox Parhelia erzielte Ergebnis. Über 25.000 Übertakter zählt die Hwbot-Datenbank, davon sind 395 beim PC-Games-Hardware-Team aktiv. Unter den über 1.200 Teams liegt PC Games Hardware mit mehr als 21.000 Punkten auf dem achten Rang. (Stand: 09.08.) *(dr/sw)*

Hwbot

www | Bonuscode **26BS**

Folding @ Home

www | Bonuscode **26FU**

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

PCGH-Ranking F@H: Top 25 am 09.08.2010

Rang (Team)	Rang (global)	Name	Punkte	WUs*
1.)	152.)	TheWasp	38.630.888	62.720
2.)	287.)	Kapitan	23.355.510	38.157
3.)	479.)	madgerrit39	16.383.360	33.526
4.)	775.)	Leopardgecko	11.482.252	23.414
5.)	820.)	TECRIDER	10.952.851	4.465
6.)	1.135.)	SilentKilla	8.657.559	14.358
7.)	1.238.)	Muschkote	8.124.096	11.094
8.)	1.332.)	Zubertus	7.633.570	17.664
9.)	1.440.)	brauni_wrn	7.139.417	16.879
10.)	1.586.)	mattifolder	6.588.637	11.608
11.)	1.588.)	Standeck	6.585.470	12.125
12.)	1.598.)	Hamartia	6.569.917	13.439
13.)	1.615.)	PCGH_Team_Account	6.521.251	24.578
14.)	1.713.)	Thornscape	6.202.655	10.301
15.)	1.754.)	Grinser8	6.052.933	11.917
16.)	1.806.)	=ADG=Mike_Germany	5.906.178	5.695
17.)	1.908.)	MESeidel	5.661.388	11.320
18.)	2.206.)	PS3-733	5.046.245	11.766
19.)	2.225.)	PCGH_Thilo	5.014.201	8.867
20.)	2.312.)	Ratzinger_Sepp	4.841.551	8.165
21.)	2.486.)	RonRonsen_	4.511.268	2.446
22.)	2.950.)	T0Mat0	3.908.737	7.494
23.)	2.966.)	The_Master_of_MORARE	3.882.073	7.745
24.)	3.008.)	PCGH_Carsten	3.831.860	8.124
25.)	3.063.)	Perseus88	3.768.868	6.653

* Erfolreich abgeschlossene Arbeitspakete (Work units)

PCGH-Ranking Hwbot: Top 25 am 09.08.2010

Rang	Name	Punkte (gesamt)	Punkte (global)	Punkte (Hardware)	Gold	Silber	Bronze	Medaillen
1.)	Matti OC	3571,4	94,1	3.477,3	146	95	78	118
2.)	Freakezoit	2114,6	99,9	2.014,7	85	37	29	52
3.)	Alriin	1536	306,7	1.229,3	60*	48	37	71
4.)	True Monkey	1452,9	168,5	1.284,4	45	47	39	53
5.)	Dr.House	1177,7	125,8	1.051,9	3	3	1	12
6.)	Lippokratis	1062,5	7,3	1.055,2	175	141	103	128
7.)	der8auer	940,4	149,5	790,9	34	24	16	29
8.)	Blechdesigner	639,7	8,1	631,6	7	2	6	15
9.)	UE50	635	11,7	623,3	7	16	10	19
10.)	MaKo	618,7	24,4	594,3	4	4	3	11
11.)	Barisan	569,8	9,7	560,1	25	19	12	27
12.)	McZonk	376,9	19,6	357,3	5	1	2	2
13.)	darkniz	368,8	1,7	367,1	48	35	25	47
14.)	Eiswolf93	356,5	23,8	332,7	7	8	12	27
15.)	tHeLaMeR	342,3	9,6	332,7	24	20	19	36
16.)	Schnitzel_12000	321	0,8	320,2	5	1	3	14
17.)	Icke&Er	297,4	14,8	282,6	15	10	9	13
18.)	onkel-bill	267,1	9,1	258	15	8	14	29
19.)	PCGH_Carsten	259,8	0	259,8	27	41	34	41
20.)	BenchBruno	241,4	0	241,4	36	26	16	19
21.)	speedy411	223,1	9	214,1	12	18	10	13
22.)	Speedoo	199,8	0,2	199,6	9	10	9	19
23.)	Fr3ak	197,9	11,6	186,3	1	8	1	2
24.)	crooper	193,3	5,2	188,1	27	42	31	54
25.)	Hyperhorn	160	29,5	130,5	17	12	18	20

* Davon 3 Gold-Pokale im Global-Ranking

PC-Kühlung eiskalt optimieren

So behält Ihr PC einen kühlen Kopf und bleibt trotzdem leise.

Bei steigenden Außentemperaturen wird die Kühlung jedes PCs auf die Probe gestellt. Wir zeigen Ihnen, was zu beachten ist und welche Luftkühlungsprodukte empfehlenswert sind.

Rund 1.700 Artikel im Luftkühlungsbereich führte der Preisvergleich auf www.pcgameshardware.de Mitte Juni 2010 – Tendenz steigend. Zum Vergleich: Nur rund 1.400 Modelle waren es bei Grafikkarten, also der Komponente, die bei Spielern seit jeher hoch im Kurs steht. Grund genug für uns, das Thema Kühlung pünktlich zur heißen Jahreszeit mit einem umfangreichen Special zu würdigen.

Kühl(erlos) war gestern

Heute kaum vorzustellen: PCs mussten nicht immer gekühlt werden. Tatsächlich kamen sie bis in die 90er-Jahre ohne jegliche Kühlung aus. Doch bei immer feineren Fertigungsprozessen und immer höheren Transistordichten war es irgendwann nicht mehr möglich, auf die Wärmeabgabe an die Umgebungsluft, eine Minimalkühlung, zu vertrauen. Bei mehreren hundert Watt, die sich ein High-End-PC im Spielebetrieb genehmigt, reicht aber auch eine rein passive Kühllösung mit großen Kühlrippen nicht mehr aus, um einen PC zu kühlen. Die Luft muss bewegt werden. Hieraus ergibt sich das allen PC-Nutzern bekannte Dilemma, sich zwischen bestmöglicher Kühlleistung und flüsterleisem Betrieb entscheiden zu müssen – zumindest auf den ersten Blick. Tatsächlich gibt es aber viele Produkte, die Hardware zuverlässig kühlen und dennoch leise sind. Welche das sind, erfahren Sie auf den folgenden Seiten.

Problemquelle Überhitzung

Bei unerwarteten Abstürzen sind neben Softwarefehlern häufig zu hohe Komponententemperaturen schuld. Auch Bildfehler oder eine deutlich verringerte Arbeitsgeschwindigkeit sind Hinweise auf das Überhitzen einzelner oder mehrerer Komponenten. Zur CPU-Temperaturkontrolle bieten sich die Programme Core Temp (AMD und Intel), Real Temp (Intel) oder AMD Overdrive (AMD) an. Für Grafikkarten leisten GPU-Z und der MSI Afterburner für Geforce und Radeon gute Dienste. Ebenfalls empfehlenswert sind Universal-Tools wie Speedfan oder Everest Ultimate.

Zum Auslasten der Hardware empfehlen wir Prime 95 und Furmark. Mit diesen Programmen erreichen Sie eine konstante Auslastung, die im Spielbetrieb nur selten überschritten wird. Wenn Sie die Grenzen Ihrer Kühlung ausloten möchten, empfehlen wir Core Damage und Furmark (Xtreme Burning Mode + Post Processing). Vorsicht: Auch das Netzteil wird dabei sehr stark beansprucht, das allgemeine Defektrisiko steigt! Wenn Sie erfolgreich eine Überhitzung diagnostiziert haben, können Sie als einfachste Prüfmethode zunächst die Seitenwand des Gehäuses entfernen und so für niedrigere Gehäusetemperaturen sorgen. Hilft das bereits, sollten Sie die Luftzufuhr dringend verbessern – zum Beispiel durch die Installation von Gehäuselüftern.

Festplatten

Oft bei der Gehäusekühlung nicht berücksichtigt, aber durchaus temperaturempfindlich sind Festplatten. Bei der üblichen Einbauposition in der Gehäusefront müssen Sie sich um Überhitzung allerdings kaum Gedanken machen, sofern ein vor den Montageplätzen sitzender Ventilator einen leichten Luftstrom erzeugt. Dies ist besonders dann wichtig, wenn Sie die Festplatte an Gummielementen befestigt haben und die Seitenteile keinen direkten Kontakt zum Gehäuse haben. Festplatten sind so konstruiert, dass sie die entstehende Wärme über den mit Montagelöchern versehe-

Bonusmaterial

www

Bonuscode
2773

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

nen Rahmen nach außen abgeben. Gummi an der Kontaktfläche sorgt gegenüber Stahlblech oder Aluminium für etwas höhere Laufwerkstemperaturen. Beim Einsatz mehrerer Festplatten sollten Sie darauf achten, einen Einbauplatz zwischen den Datenspeichern freizulassen.

SSDs sind im Vergleich einfacher zu handhaben: Sie generieren weniger Abwärme und sind aufgrund des Fehlens mechanischer Komponenten auch unempfindlicher gegenüber Temperaturschwankungen. Sofern Sie diese Flash-Speichermedien nicht direkt neben einer starken Hitzequelle positionieren, brauchen Sie sich um deren Kühlung nicht zu sorgen.

Vorausschauend planen

Statt nachträglich in mühevoller Arbeit die Kühlung zu frisieren, sollten Sie beim Neukauf von Komponenten bereits berücksichtigen, ob der neue Prozessor oder die gewünschte Grafikkarte für ▷

Empfehlenswerte 120-mm-Lüfter

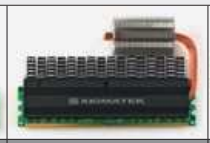
120-Millimeter-Lüfter sind seit einigen Jahren die Standardventilatoren für Gehäuse und CPU-Kühler. Sowohl flüsterleise Silent-Propeller als auch kraftvolle Industriemodelle sind in dieser Größe erhältlich. Der Be quiet Silent Wings punktet durch sein sehr gutes Lager, das im gedrosselten Zustand keine störenden Nebengeräusche erzeugt. Auch im hohen Drehzahlbereich über 1.000 U/min ist der Lüfter noch sehr leise und bietet eine für Silent-Ventilatoren gute Kühlleistung. Die PWM-Variante kostet 13 Euro, also einen Euro mehr als die Version mit 3-Pin-Anschluss. Der transparente Enermax Everest zeichnet sich durch eine automatische Drehzahlregulierung aus, die sich auf einen Temperaturfühler stützt, und ist mit maximal 0,6 Sone leise. Der ebenfalls empfehlenswerte NB-Multiframe-Ventilator ähnelt von der Charakteristik dem Silent Wings USC: Er überschreitet nicht die 1,0-Sone-Grenze, lässt sich auf 0,1 Sone herunterregeln und zeichnet sich durch ein laufruhiges Lager aus. Selbst bei maximaler Drehzahl kaum zu hören ist der Slip Stream 120 von Scythe, dessen Kühlleistung für übertaktete Systeme aber unter Umständen zu gering ist. Er kostet lediglich 5 Euro und eignet sich daher besonders für Sparfüchse, die mehrere Lüfter benötigen.

LÜFTER				
Name	**Be quiet Silent Wings USC**	**Enermax Everest**	**Noiseblocker NB-Multiframe**	**Scythe Slip Stream 120**
Modell	BQT T12025-LF	UCEV12	M12-S2	SY1225SL12L
Preis/P-L-Verhältnis	ca. € 12,-/gut	ca. € 11,-/gut	ca. € 18,-/befriedigend	ca. € 5,-/sehr gut
Anschluss/Kabellänge	3 Pins/46 cm	3 Pins/51 cm	3 Pins/46 cm	3 Pins/25 cm
Zubehör/Extras	Entkoppler, zwei Netzteiladapter, gummierte Ränder, ummanteltes Kabel	Schrauben, Entkoppler, Netzteiladapter, LEDs, LED-Ein-/-Ausschalter, Anleitung	Schrauben, ummanteltes Kabel, gummierte Ecken	Schrauben, Netzteiladapter
Nenndrehzahl	1.500 U/min	1.000 U/min	1.250 U/min	800 U/min
Max. Durchsatz	85,8 m³/h	78,3 m³/h	87 m³/h	67,3 m³/h
Delta-Kühlleistung bei 75/100 %*	28,4/25,6 °C	30,5/26,4 °C	29,8/26,1 °C	32,5/27,7 °C
Lautheit bei 50/75/100 %	0,1/0,1/0,9 Sone	0,1/0,2/0,6 Sone	0,1/0,3/1,0 Sone	0,1/0,2/0,3 Sone
Laufgeräusch bei 0,1 Sone	Summen, fast unhörbar	Rattern, leise	Summen, fast unhörbar	Rattern, sehr leise

* Die Delta-Kühlleistung ergibt sich aus der Kerntemperatur abzüglich der gemessenen Raumtemperatur.

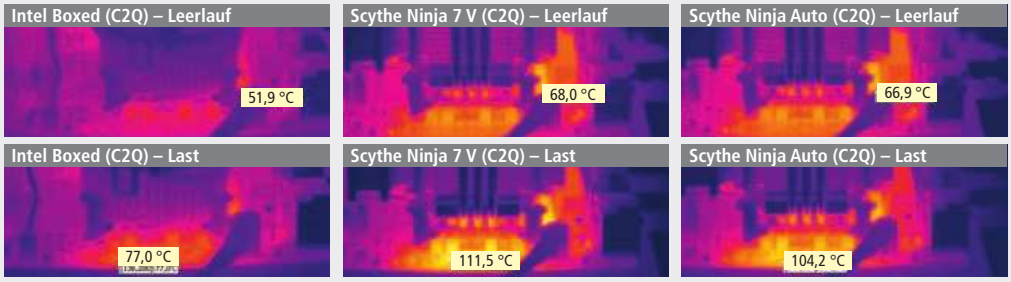
RAM-Kühlung: Was bringt es?

Kaum eine Komponentenkühlung wird regelmäßig so kontrovers diskutiert wie die des Arbeitsspeichers. High-End-Module werden inzwischen stets mit mehr oder weniger aufwendigen Hitzeleitblechen ausgeliefert, auch aufsteckbare Lüfter liegen manchmal bei. Günstige Module kommen allerdings wie gewohnt ohne zusätzliche Kühlung aus – handelt es sich bei RAM-Kühlern also nur um einen Marketing-Gag? Ob Zusatzkühler den Arbeitsspeicher nicht nur optisch veredeln, sondern auch tatsächlich die Temperatur senken, testeten wir in der Ausgabe 09/2009 mit jeweils vier zwischen den Speicherchips platzierten Temperaturfühlern. Mit dem standardmäßig montierten Hitzeleitblech von Mushkin ermittelten wir eine Durchschnittstemperatur von 44,1 °C. Ohne Heatspreader lag der Mittelwert bei 47,2 °C, das einfache Kühlblech von Akasa bewirkte eine Absenkung auf 46,7 °C. Teurere Nachrüstkühler sind hier effektiver: Mit dem EKL Ram(m)bock sank die Temperatur um beinahe 11 °C, bei einer Höhe von 9,8 Zentimetern darf aber kein CPU-Kühler über die Speicherbänke ragen. Ebenfalls recht ausladend sind die Kühler von Thermalright und Xigmatek, die rund 9 °C niedrigere Temperaturen bewirkten. Der zusätzliche Kühleffekt ist damit zwar nachweislich vorhanden, lohnt sich aber nur bei starkem Overclocking, denn im Gegensatz zu aktuellen CPUs, Grafikkarten oder Chipsätzen kommt Arbeitsspeicher ohne aufwendige Kühlung aus. Achten Sie bei der Montage darauf, dass der Kühler gleichmäßig auf den Bausteinen aufliegt. Ansonsten verpufft der erhoffte Kühleffekt. Aufgepasst bei den HR-07: Liegen die zu kühlenden Speicherriegel direkt nebeneinander, so kollidieren die an den Heatpipes befestigten Kühlelemente.

RAM-KÜHLER				
Name	**EKL Ram(m)bock**	**Thermalright HR-07**	**Xigmatek Dragon-N422 HDT**	**Akasa AK-171BL**
Preis/P-L-Verhältnis	ca. € 14,-/gut	ca. € 18,-/befriedigend	ca. € 24,- (zwei Stück)/gut	ca. € 5,-/befriedigend
Wärmetransfer	Wärmeleitpads	Wärmeleitpads	Wärmeleitpads	Wärmeleitpads
Zubehör	Paste	Anleitung (englisch), Aufkleber	-	Anleitung (deutsch)
Höhe (mit Heatpipes)	9,8 cm	8,6 cm	7,2 cm	2,6 cm
Direkt nebeneinander einbaubar	Ja	Nein	Ja	Ja
Montageaufwand	Mittel	Gering	Mittel	Gering
Durchschnittliche Temperatur*	36,4 °C	38,0 °C	38,2 °C	46,7 °C

* Ermittelt mit DDR2-800-RAM von Mushkin bei 2,25 Volt

Temperaturvergleich: Boxed-Kühler vs. Silent-Kühler



Der Intel-Kühler liefert schlechtere CPU-Temperaturen als ein Ninja, sorgt durch seinen Luftstrom aber für eine bessere Kühlung der Spannungswandler – hier im Archiv-Wärmebild eines Core-2-Systems (wärmster Punkt oben links am Temperatureinklinker).

einen Silent-PC geeignet sind. Die Chance, mit dem Gespann Core i7-980X und Geforce GTX 480 einen waschechten Silent-PC realisieren zu können, tendiert gegen null – in diesem Fall sollten Sie gleich noch eine Wasserkühlung mit einplanen. Ein flüsterleiser, luftgekühlter PC lässt sich mit Mittelklasse-Hardware einfacher realisieren. Nutzen Sie Undervolting, um die Abwärme von CPU und GPU zu verringern. Das manuelle Anpassen von Energieprofilen kann helfen, die perfekte Konfiguration zu erreichen.

Luftstrom im Gehäuse analysiert

Wesentlicher Bestandteil der Kühlung ist der Luftstrom im Gehäuse und dessen Ausnutzung. Wir prüfen, was der Einbau von weiteren Gehäuselüftern zusätzlich zum üblichen Ventilator im Heck bringt. Wir installieren daher bis zu vier baugleiche Luftverwirbler von Cooler Master mit der Modellbezeichnung A12025-12CB-3BN-F1 in der Front, im Deckel und im Heck. Unser Testsystem besteht aus aktuellen Komponenten: Core i5-750, Asus Maximus III Formula, 4 GiByte DDR3-RAM und eine Radeon HD 5850 im Referenzdesign sitzen im NZXT Gamma. Die CPU-Kühlung übernimmt ein Prolimatech Megahalems Rev. B, bestückt mit einem zur Rückwand blasenden Be quiet Silent Wings USC PCGH.

Sämtliche Lüfter werden direkt am Mainboard angeschlossen. Alle Tests führen wir zusätzlich zur Standardkonfiguration auch mit Undervolting und Overclocking aus. Übertaktet wird die CPU rund 11 bis 13 °C wärmer, Undervolting führt hingegen zu etwa 8 bis 10 °C niedrigeren Temperaturen. Die Leistungsaufnahme unter Last variiert um rund 70 Watt. Zwei zusätzliche Lüfter im Deckel des Gehäuses kühlen die Grafikkarte und den Prozessor deutlich. Der Frontlüfter führt zu keiner Verbesserung, da der querstehende Laufwerksschacht und die dort untergebrachten Netzteilkabel den Luftstrom blockieren. Die Festplattentemperatur ließ sich bei unserem Modell leider nicht auslesen.

Lüfterkonfiguration 1: 1 x Rückseite (Luftstrom nach außen)

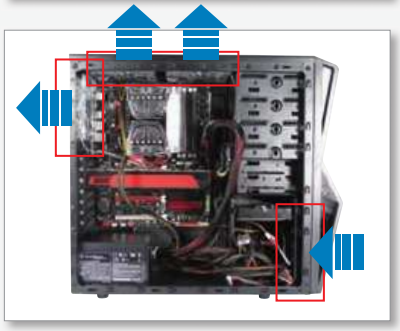
CPU-Einstellung	Undervolting 2,67 GHz, 1,10 Volt		Standard 2,67 GHz, 1,25 Volt		Overclocking 3,5 GHz, 1,35 Volt	
Temperaturen	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***
CPU-Temperatur	32,3 °C	50,3 °C	33,8 °C	60,8 °C	37,3 °C	73,0 °C
GPU-Temperatur	44 °C	76 °C	45 °C	79 °C	47 °C	79 °C
GPU-VDDC-Temperatur	41,7 °C	59,7 °C	43,7 °C	63,7 °C	45,0 °C	60,3 °C
Leistungsaufnahme	**98 Watt**	**252 Watt**	**117 Watt**	**296 Watt**	**122 Watt**	**328 Watt**
Geräuschemission	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***
Lautheit**	1,5 Sone	2,4 Sone	1,5 Sone	2,5 Sone	1,6 Sone	2,5 Sone
Schalldruckpegel**	32,4 dB(A)	37,5 dB(A)	32,6 dB(A)	37,9 dB(A)	32,8dB(A)	37,7 dB(A)

* Erzeugt durch Prime 95 (In-place large FFTs) und Furmark (1.280 x 1.024, Stability Test) ** Gemessen aus 50 cm Entfernung zur Gehäusefront

Lüfterkonfiguration 2: 1 x Rückseite (Luftstrom nach außen), 2 x Deckel (Luftstrom nach außen)

CPU-Einstellung	Undervolting 2,67 GHz, 1,10 Volt		Standard 2,67 GHz, 1,25 Volt		Overclocking 3,5 GHz, 1,35 Volt	
Temperaturen	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***
CPU-Temperatur	28,3 °C	48,0 °C	31,0 °C	56,3 °C	34,0 °C	67,8 °C
GPU-Temperatur	41 °C	72 °C	42 °C	75 °C	42 °C	72 °C
GPU-VDDC-Temperatur	35,7 °C	51,3 °C	38,7 °C	52,7 °C	37,7 °C	51,3 °C
Leistungsaufnahme	**99 Watt**	**255 Watt**	**117 Watt**	**297 Watt**	**123 Watt**	**324 Watt**
Geräuschemission	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***
Lautheit**	1,7 Sone	2,4 Sone	1,7 Sone	2,9 Sone	2,0 Sone	3,0 Sone
Schalldruckpegel**	33,3 dB(A)	36,8 dB(A)	33,6 dB(A)	38,0 dB(A)	34,9 dB(A)	39,5 dB(A)

* Erzeugt durch Prime 95 (In-place large FFTs) und Furmark (1.280 x 1.024, Stability Test) ** Gemessen aus 50 cm Entfernung zur Gehäusefront



Lüfterkonfiguration 3: 1 x Rückseite (Luftstrom nach außen), 2 x Deckel (Luftstrom nach außen), 1 x Frontseite (Luftstrom nach innen)

CPU-Einstellung	Undervolting 2,67 GHz, 1,10 Volt		Standard 2,67 GHz, 1,25 Volt		Overclocking 3,5 GHz, 1,35 Volt	
Temperaturen	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***
CPU-Temperatur	32,0 °C	48,8 °C	31,8 °C	57,3 °C	34,3 °C	70,3 °C
GPU-Temperatur	42 °C	72 °C	42 °C	72 °C	42 °C	71 °C
GPU-VDDC-Temperatur	37,7 °C	50,3 °C	38,7 °C	56,0 °C	37,7 °C	52,7 °C
Leistungsaufnahme	**100 Watt**	**256 Watt**	**119 Watt**	**297 Watt**	**124 Watt**	**325 Watt**
Geräuschemission	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***	**Leerlauf**	**Last***
Lautheit**	2,1 Sone	2,7 Sone	2,2 Spme	2,8 Sone	2,5 Sone	2,9 Sone
Schalldruckpegel**	35,7 dB(A)	37,4 dB(A)	35,4 dB(A)	38,3 dB(A)	37,7 dB(A)	39,3 dB(A)

* Erzeugt durch Prime 95 (In-place large FFTs) und Furmark (1.280 x 1.024, Stability Test) ** Gemessen aus 50 cm Entfernung zur Gehäusefront

CPU-Kühler im Test

Zwölf Neulinge stellen sich achtzehn bereits getesteten Modellen.

Wer nicht auf die Boxed-Kühler von AMD und Intel setzen möchte, muss zu einem separat erworbenen Kühler greifen. Welche Produkte empfehlenswert sind, klärt diese Marktübersicht. Die Testmuster für diesen Vergleich stammen von den Online-Shops Alternate, Caseking, PC-Cooling und den jeweiligen Herstellern/Distributoren.

So testen wir

Die offene Testplattform besteht aus Asus' Micro-ATX-Mainboard Maximus III Gene, einer passiv gekühlten Geforce 6600 GT und dem Sockel-1156-Prozessor Core i7-870. Dessen Hyper-Threading-Funktion bleibt aktiv, den Turbo-Modus aber deaktivieren wir ebenso wie die Sparfunktion EIST (Speedstep), damit der Chip stets mit der gleichen Kernspannung arbeitet. Diese heben wir im BIOS behutsam auf 1,20 Volt an, um etwas mehr Hitze zu erzeugen – die 95-Watt-CPU würde High-End-Kühler sonst unterfordern. Last erzeugen wir mit Mersenne Prime 95 und dem Test „In-place large FFTs", mit dem Multimeter messen wir dabei eine real anliegende Kernspannung von 1,218 Volt. Der ebenfalls Abwärme generierende Uncore-Bereich wird mit 1,144 Volt versorgt, die CPU-PLL-Spannung beträgt 1,822 Volt.

Die Kerntemperaturen bestimmen wir mit Core Temp. Entscheidend ist das arithmetische Mittel der vier ausgelesenen Werte nach rund 15 Minuten Volllast in jedem der drei Testmodi: Der Lüfter arbeitet mit 100, 75 und 50 Prozent Drehzahl, eingestellt mit der PWM-tauglichen Zalman-Steuerung ZM-MFC3. Außerdem muss sich jeder Kühlkörper auch mit unserem Referenzlüfter beweisen, dem Be quiet Silent Wings PWM mit einer Nenndrehzahl von 1.500 U/min. Bei der Wärmeleitpaste handelt es sich um die EKL Alpenföhn Schneekanone, die der Chancengleichheit wegen bei jedem Produkt zum Einsatz kommt.

Die Testkandidaten

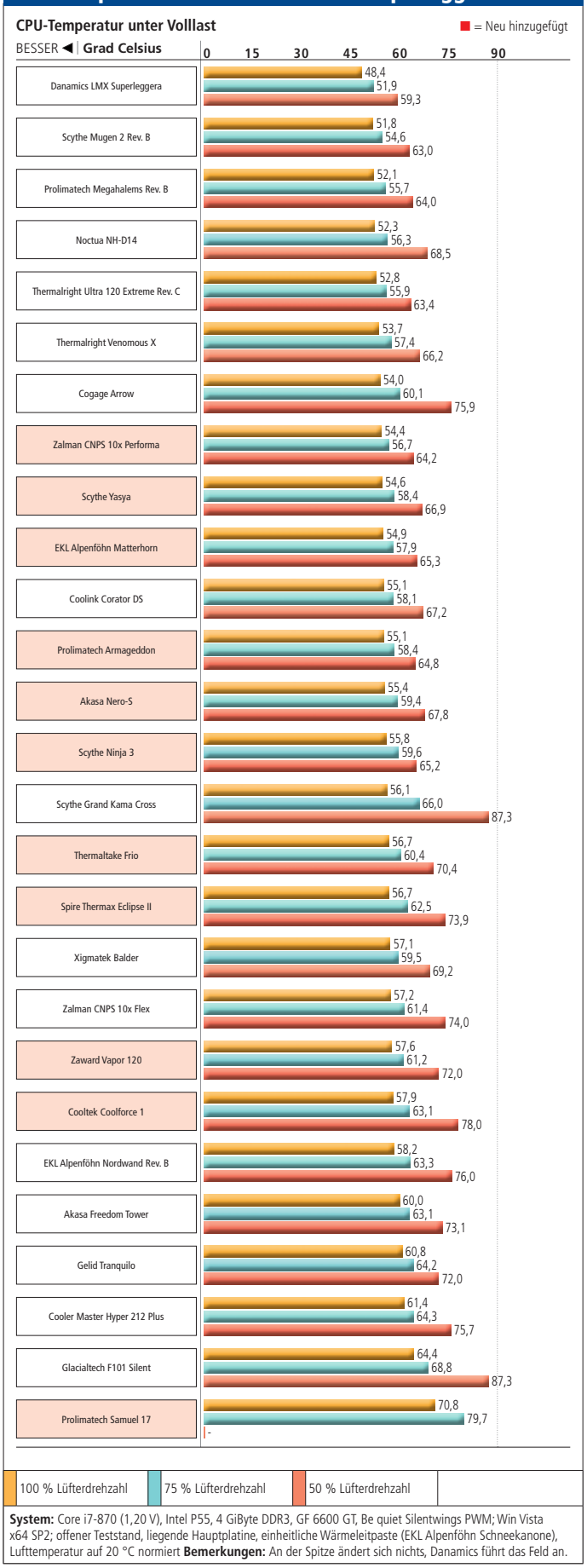
Bunt gemischt ist das Testfeld dieser Marktübersicht: Kühler wie der Thermaltake Frio oder der Spire Thermax Eclipse II sind mit zwei Lüftern ausgestattet, die es jeweils auf über 2.000 U/min bringen. Ihnen gegenüber stehen Modelle wie der EKL Alpenföhn Matterhorn oder der Scythe Ninja 3, die mit großen Lamellenabständen auf langsam drehende Lüfter ausgerichtet sind. Dazu kommen Kühler mit einem unkonventionellen Äußeren wie der sehr kompakte Prolimatech Samuel 17 oder der Dynatron Genius G-950, der mit einem zwischen zwei Kühltürmen platzierten und kaum zu sehenden Lüfter ausgestattet ist.

Gutes für Silent-Freaks

Wer die Stille liebt, achtet meist nicht auf die bestmöglichen Temperaturwerte, sondern auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Lautstärke und Kühlleistung. „So viel wie nötig, so wenig wie möglich" lautet das Motto vieler Silent-Fans, wenn es um die Umdrehungsgeschwindigkeit des Ventilators geht. Anhänger des flüsterleisen Betriebs sollten nach Möglichkeit zu einem Kühler greifen, dessen Lüfter sich austauschen lässt. Selbst wenn der standardmäßig verbaute Propeller kein Krachmacher ist, kann er auf Dauer durch sich absetzenden Staub in seiner Leistung beschnitten werden oder durch Verschleißerscheinungen geringfügig lauter werden.

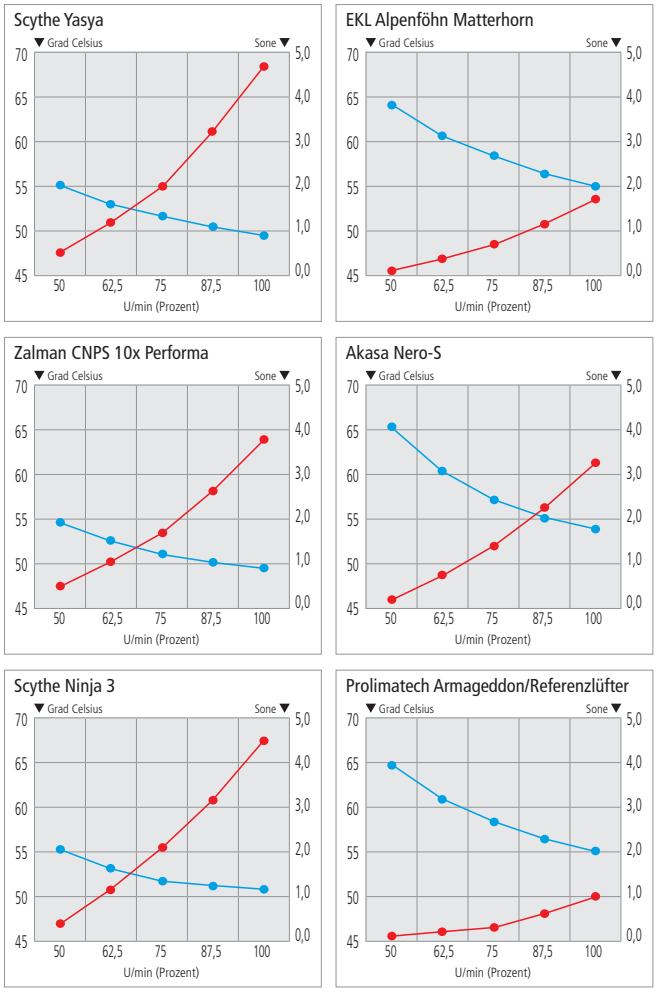
Bis auf den Dynatron Genius G-950 trifft dies zwar auf alle Testkandidaten zu, bei voller Drehzahl ist allerdings kein Modell als leise zu bezeichnen. Am ehesten gilt dies noch für den EKL Alpenföhn Matterhorn, dessen Lüfter mit 1,7 Sone zumindest nicht störend laut ist. Dieser Ventilator wartet auch mit einer Eigenschaft auf, die nur wenige Lüfter wie unser aktuelles Referenzmodell bieten: bei halbierter Drehzahl messen wir 0,1 Sone – ein Laufgeräusch ist nur in direkter Nähe auszumachen, aus dem Gehäuse ist er nicht herauszuhören. Alle Lüfter mit Ausnahme des Dynatron-Kühlers lassen sich deutlich, nämlich um mindestens 50 Prozent herunterregeln. Besagter Ventilator, der mit maximal 2,9 Sone eigentlich zu den leiseren Vertretern gehört, generiert bereits bei geringerer Drosselung einen hochfrequenten Ton, sodass ▷

CPU-Temperatur mit Referenzlüfter: Superleggera führt



System: Core i7-870 (1,20 V), Intel P55, 4 GiByte DDR3, GF 6600 GT, Be quiet Silentwings PWM; Win Vista x64 SP2; offener Teststand, liegende Hauptplatine, einheitliche Wärmeleitpaste (EKL Alpenföhn Schneekanone), Lufttemperatur auf 20 °C normiert **Bemerkungen:** An der Spitze ändert sich nichts, Danamics führt das Feld an.

Kühler-Verlaufskurve mit Sone und °C



■ CPU-Temperatur, normiert auf 20 °C Lufttemperatur (°C) ■ Lautheit (Sone)

System: Core i7-870 (BIOS: 1,2 Volt), Intel P55, 4 GiByte DDR3, Geforce 6600 GT, Referenzlüfter Be quiet Silent Wings PWM, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3; Windows Vista x64 SP2, Temperaturmessung mit Core Temp v0.99.5, Last mit Prime 95 v25.9 **Bemerkungen:** offener Teststand, liegende Hauptplatine, Wärmeleitpaste EKL Alpenföhn Schneekanone, Lufttemperatur auf 20 °C normiert; Lautstärkemessung aus 0,5 Metern Entfernung

Je schneller der Lüfter, desto niedriger die CPU-Temperatur – dabei steigt aber der Lärmpegel. Wie sich Lautheit und Kühlleistung zueinander verhalten, zeigen die obigen Graphen für die sechs besten Kühler dieses Vergleichs: Die rote Kurve repräsentiert die Lautheit, die blaue steht für die Temperatur, jeweils in Abhängigkeit von der Drehzahl.

wir auch bei unter 1.100 U/min noch 1,8 Sone messen.

Ist der Einsatz eines separat erworbenen Silent-Lüfters geplant, kommt es vor allem auf die Effizienz des Kühlkörpers an. Hier gefallen mit dem Referenzlüfter im niedrigen Drehzahlbereich die Modelle CNPS 10x Performa, Matterhorn und Ninja 3 – Letztgenannter steht sowieso in der Tradition der Ninja-Modellreihe, die für einen geringen Luftdurchsatz und je nach Prozessor auch für einen (Semi-)Passivbetrieb ausgelegt ist. Dazu passt leider nicht, dass lediglich ein Paar Lüfterklammern beiliegt, was auch beim Yasya der Fall ist – zwei Lüfter mit 500 bis 800 U/min arbeiten im Ultra-Silent-Bereich häufig effizienter als ein einzelner mit 1.000 U/min oder mehr. Beim Nero-S helfen auch zusätzliche Befestigungshilfen nicht viel, da sich nur auf einer Seite des Kühlkörpers Ausbuchtungen für Antivibrationsgummis befinden.

Ebenfalls etwas unter Wert verkauft sich der exzellent verarbeitete Prolimatech Armageddon, was allerdings weniger dem Kühler, sondern unserem Testverfahren anzukreiden ist, das auf eine möglichst hohe Vergleichbarkeit ausgelegt ist: Der Kühler wurde für 140-mm-Lüfter entwickelt, weshalb mit dem 120-mm-Referenzlüfter etwas Leistung verschenkt wird. Mit zwei hochwertigen 140-mm-Lüftern ausgestattet, kommen Sie allerdings auf eine Gesamtsumme von rund 80 bis 90 Euro – das lohnt sich wohl nur, wenn der PC auch übertaktet flüsterleise sein muss. Falls Sie mit dem Armageddon liebäugeln, sollten Sie darauf achten, ob eine ausladende Kühlkonstruktion auf dem Mainboard den Einbau verhindern könnte. Mit 144 Millimetern ist der Kühler sehr breit.

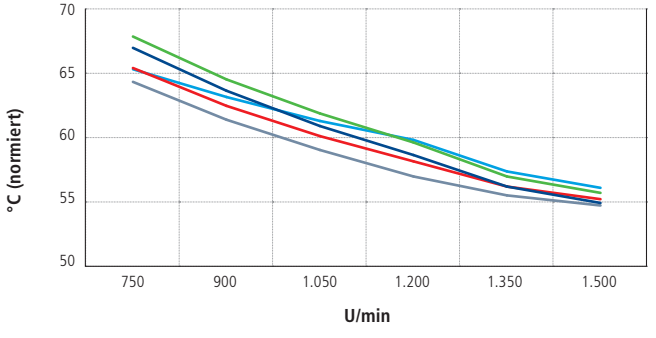
Overclocking-Kühler

Wer übertaktet, weiß, dass nur mit einer angehobenen Kernspannung die höchstmöglichen Taktfrequenzen zu erreichen sind. Hierfür sind reichlich Kühlreserven erforderlich, um auch im Sommer keine Abstürze zu riskieren. Richtig viel Kühlleistung bieten der Thermal Eclipse II, der Frio sowie Scythes Yasya und der CNPS 10x Performa, die den i7-870 im Stresstest unter 50 °C halten. Am wenigsten störend gelingt dies dem Zalman-Kühler, der es dabei auf 3,8 Sone bringt. Das ist zwar sehr laut, manche Grafikkarten sind im Spielebetrieb aber noch lauter. Leistungsstärkster Kühler ohne Rücksicht auf die Lautstärke des Standardlüfters ist wie gehabt der Zalman CNPS 10x Extreme. Spielen Sie nicht permanent mit Kopfhörer, raten wir Ihnen für maximale Leistung allerdings zum LMX Superleggera. Dieser erreicht fast die gleiche Leistung mit dem leisen Referenzlüfter und wird von keinem Kühler dieser Marktübersicht geschlagen – nur eine gute Wasserkühlung ist noch besser.

Im Vergleich zu anderen Modellen aus der CNPS-10x-Reihe schneidet der Performa vor allem bei niedrigen Drehzahlen deutlich besser ab – möglicherweise gelingt ihm dies durch die wellenförmigen Lamellen im Mittelteil des Kühlkörpers, mit denen der CNPS 10x Flex noch nicht ausgestattet ist. Alte Bekannte sind zudem die Kühlkörper des Thermax Eclipse II und des ▷

Kühlkörper-Leistungsvergleich mit Referenzlüfter

CPU-Temperatur in Abhängigkeit von der Lüfterdrehzahl



■ Scythe Yasya ■ EKL Alpenföhn Matterhorn ■ Zalman CNPS 10x Performa
■ Akasa Nero-S ■ Scythe Ninja 3

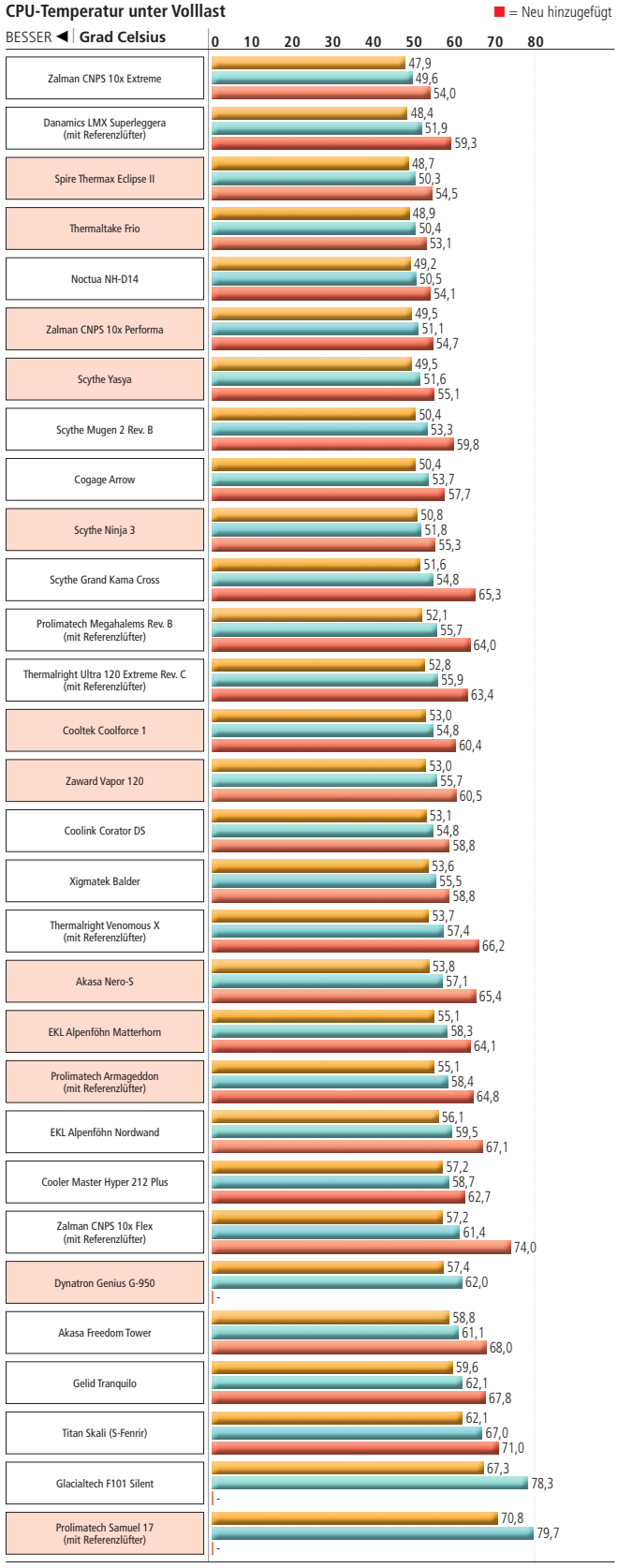
System: Core i7-870 (1,2 V), Be quiet Silent Wings PWM, EKL Alpenföhn Schneekanone, Zalman ZM-MFC3

Der Referenzlüfter im Einsatz

Alle Kühler, die sich mit einem beliebigen 120-Millimeter-Lüfter ausstatten lassen, unterziehen wir einem weiteren Test: Sie müssen sich mit unserem Referenzlüfter beweisen, dem Be quiet Silent Wings PWM (siehe Bild). Wie andere aktuelle Spitzenlüfter ist er den beiliegenden Ventilatoren meist deutlich überlegen, selbst bei 1.500 U/min bleibt er noch angenehm leise. Leider lässt er sich nicht immer problemlos montieren, manchmal etwa ist Bastelarbeit oder der Einsatz von Kabelbindern oder modifizierten Lüfterklammern nötig.

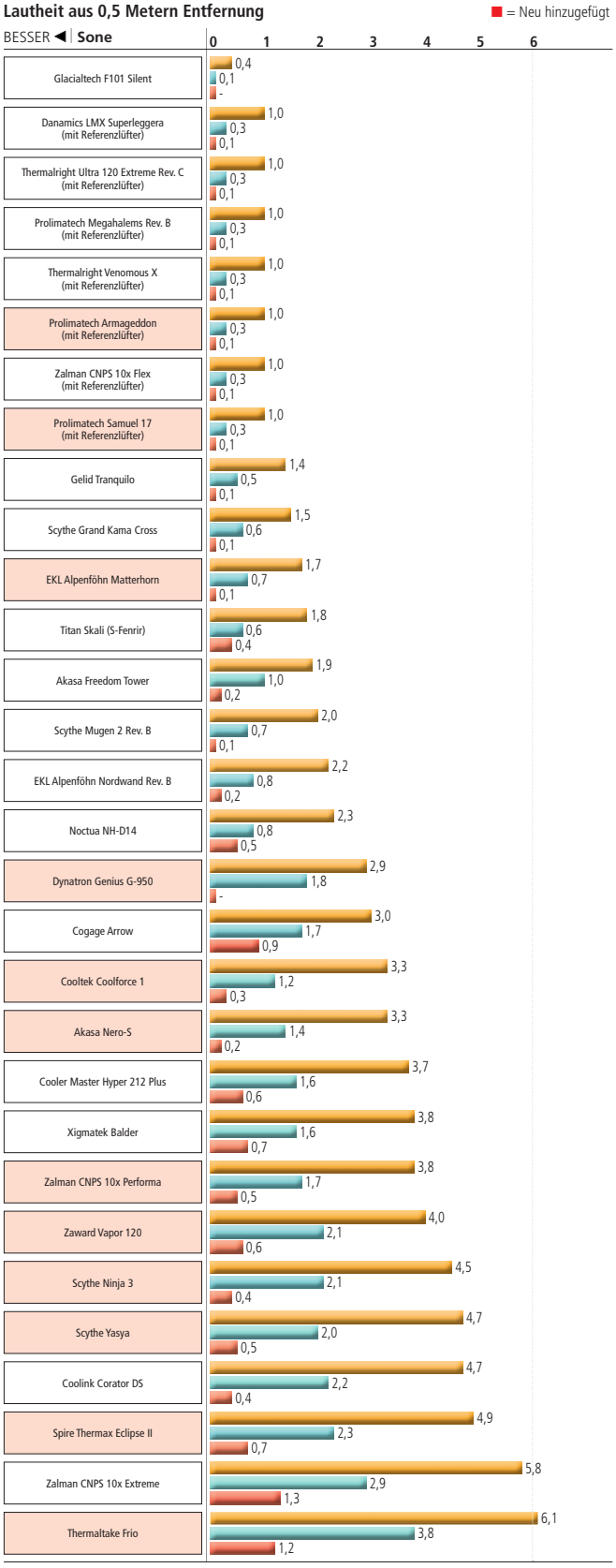
Natürlich erreicht dieser Lüfter mit jedem Kühlkörper eine andere Leistung. Die fünf besten Kühler dieser Marktübersicht treten in der Grafik links zum Vergleich an: Der CNPS 10x Performa arbeitet sehr effizient, der Ninja 3 liegt bei 1.500 U/min noch hinten, schiebt sich bei halbierter Drehzahl aber auf den zweiten Rang.

CPU-Temperatur mit Standardlüfter: 7 Kühler unter 50 °C



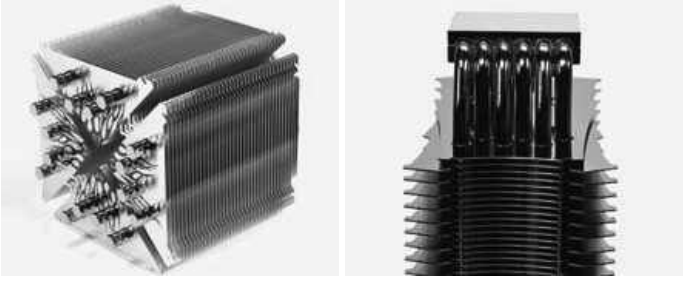
System: Core i7-870 (1,20 V), Intel P55, 4 GiByte DDR3, GF 6600 GT, Be quiet Silent Wings PWM; Win Vista x64 SP2; offener Teststand, liegende Hauptplatine, einheitliche Wärmeleitpaste (EKL Alpenföhn Schneekanone), Lufttemperatur auf 20 °C normiert **Bemerkungen:** Für 50 % Drehzahl ist der Samuel 17 zu schwach.

Lautstärke mit Standardlüfter: Meist nur gedrosselt leise



System: Offener Aufbau, Messung aus 0,5 Metern Entfernung, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3, Referenzlüfter Be quiet Silent Wings PWM **Bemerkungen:** Thermax Eclipse II und Frio sind stets hörbar. Der Lüfter des Matterhorn ist nicht übermäßig laut, aber nicht so leise wie der Silent-Wings-Referenzlüfter.

Angesichts des Größenunterschieds zu Turmkühlern wie dem Cooltek Coolforce 1 relativiert sich die mäßige Kühlleistung des Samuel 17, der sich für Mini-PCs empfiehlt.



Ein Tribal-Motiv verziert die Oberseite des Ninja 3. Beim Matterhorn setzt EKL auf weit auseinander liegende Lamellen an den Außenseiten und mehr Oberfläche im Inneren.

Coolforce 1, die – von kleinen Design- und Farbunterschieden abgesehen – dem vor einigen Monaten getesteten Nordwand entsprechen. Mit ihm teilen sie sich dementsprechend die gute Leistung im hohen Drehzahlbereich und das Schwächeln bei Minimalbelüftung.

Zwerge und Schwergewichte

Nicht so recht ins Testfeld passen will der Samuel 17, der Mini-Kühler von Prolimatech. Optisch erinnert er eher an eine Miniaturversion des Grafikkartenkühlers MK-13 als an einen gewöhnlichen Prozessorkühler. Die größeren und – Lüfter miteingerechnet – meist günstigeren Turmkühler bieten eine deutlich höhere Kühlleistung. Mit dem Referenzlüfter erreichen Ninja 3 & Co. rund 15 °C niedrigere Temperaturen. Dennoch stimmt uns der Samuel 17 zufrieden, da er bei einer Höhe von lediglich 70 Millimetern inklusive Lüfter auch in viele Mini-ITX-Gehäuse, zum Beispiel das Silverstone Sugo SG06 oder das PC-Q07 von Lian Li, passt. Mit einem 12 Millimeter hohen Scythe-Slipstream-Lüfter beträgt die Höhe sogar nur 57 Millimeter.

Das andere Extrem stellen die Kühler Frio, Thermax Eclipse II und Ninja 3 dar, die es mit Lüfter(n) auf über ein Kilogramm Gewicht bringen und angesichts einer Gesamthöhe von bis zu 165 Millimetern für Gehäuse mit Lüftern im Seitenteil möglicherweise schon zu viel des Guten sind. Vernünftigerweise setzten die Hersteller bei diesen Kalibern auf eine Montage mittels Verschraubung. Somit besteht keine Gefahr, dass sich der Kühler im Betrieb löst und einen Defekt verursacht. *(sw)*

Fazit

CPU-Kühler

EKL hat es mit dem Matterhorn zurück an die Spitze geschafft, Scythe liefert gewohnte Qualität ab. Zalman und Akasa bieten ebenfalls ausgereifte, leistungsstarke Produkte. Prolimatech ergänzt das Portfolio geschickt: Der Armageddon empfiehlt sich für das aufkommende 140-mm-Lüfterformat, der Samuel 17 findet selbst in sehr kompakten Systemen Platz. Der Danamics LMX Superleggera bleibt die Referenz, ist mit 100 Euro aber deutlich teurer als gewöhnliche Turmkühler.

CPU-KÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 59 Wertungskriterien

Produkt	Yasya	Matterhorn	CNPS 10x Performa	Nero-S	Ninja 3	Armageddon
Modellnummer	SCYS-1000	-	-	AK-CCX-4001HP	SCNJ-3000	-
Hersteller, Webseite	Scythe, scythe-eu.com	EKL Alpenföhn, ekl-ag.de	Zalman, zalman.com	Akasa, akasa.com.tw	Scythe, www.scythe-eu.com	Prolimatech, prolimatech.com
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	ca. € 35,-/gut	ca. € 55,-/ausreichend	ca. € 35,-/gut	ca. € 45,-/befriedigend	Noch nicht lieferbar	ca. € 55,-/ausreichend
Ausstattung (20 %)	**2,35**	**2,50**	**2,65**	**2,35**	**2,35**	**3,05**
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	1 x 120 mm/4-Pin/nein	1 x 120 mm/4-Pin/nein	1 x 120 mm/4-Pin/nein	1 x 120 mm/4-Pin/ja	1 x 120 mm/4-Pin/nein	Keiner/-/nein
Montierbare Lüfter/Ausrichtung	2 x 120 mm****/horizontal	2 x 120 mm/horizontal	2 x 120 mm/horizontal	1 x 120 mm/horizontal	2 x 120 mm****/horizontal	2 x 140 mm/horizontal
Lüfterdrehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.900 U/min/1.980 U/min	1.500/1.650 U/min	2.000 U/min/1.980 U/min	1.600 U/min/1.580 U/min	1.900 U/min/1.930 U/min	-
Werkstoff/Technik	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes
Heatpipes/Lamellenabstand	6 x 6 mm/2 mm	6 x 6 mm/5 mm (außen), 2,5 mm (innen)	5 x 6 mm/2,2 mm	4 x 8 mm/2,2 mm	8 x 6 mm/3 mm	6 x 6 mm/2,5 mm
Wärmeleitmittel/Lüfterst./Extras	Tütchen/manuell/-	Spritze/Adapter/NT-Adapter	Tütchen/Widerstand/-	Spritze/-/-	Tütchen/manuell/-	Spritze/-/-
Eigenschaften (20 %)	**2,08**	**2,48**	**2,28**	**2,15**	**2,68**	**2,80**
Sockelunterstützung (AMD/Intel)	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	939-AM3/775, 1156, 1366	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	1156, 1366
Maße mit Standardlüfter(n) (B x T x H)	130 x 109 x 159 mm	138 x 99 x 158 mm	132 x 100 x 152 mm	120 x 87 x 160 mm	120 x 145 x 160 mm	144 x 75 x 161 mm**
Gewicht mit Standardlüfter(n)	896 g	974 g	760 g	726 g	1026 g	916 g**
Haltemechanismus (AMD/Intel)	Klammer/Push-Pins	Verschraubung/Verschraubung	Klammer/Verschraubung	Klammer/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	-/Verschraubung
Montageaufwand (AMD/Intel)	Gering/gering	Mittel/mittel	Gering/hoch	Gering/mittel	Mittel/mittel	-/mittel
Platinenausbau nötig (AMD/Intel)	Nein/nein	Ja/ja	Nein/ja	Nein/ja	Ja/ja	-/ja
Leistung (60 %)	**2,19**	**2,02**	**2,06**	**2,33**	**2,19**	**1,92**
CPU-Temperatur* (°C) 100/75/50 %, Standardlüfter	49,5/51.6/55,1 °C	55,1/58,3/64,1 °C	49,5/51,1/54,7 °C	53,8/57,1/65,4 °C	50,8/51,8/55,3 °C	-
CPU-Temperatur* (°C) 100/75/50 %, Referenzlüfter**	54,6/58,4/66,9 °C	54,9/57,9/65,3 °C	54,4/56,7/64,2 °C	55,4/59,4/67,8 °C	55,8/59,6/65,2 °C	55,1/58,4/64,8 °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	4,7/2,0/0,5 Sone	1,7/0,7/0,1 Sone	3,8/1,7/0,5 Sone	3,3/1,4/0,2 Sone	4,5/2,1/0,4 Sone	1,0/0,3/0,1 Sone**
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	44,3/35,2/23,8 dB(A)	33,7/26,0/19,2 dB(A)	42,9/34,0/24,1 dB(A)	40,3/32,2/20,4 dB(A)	45,5/36,3/23,3 dB(A)	28,5/21,6/17,3 dB(A)**
Subjektive Lautstärke 100/75/50 %	Inakzeptabel laut/sehr deutlich hörbar/leise	Sehr deutlich hörbar/noch leise/fast unhörbar	Sehr laut/sehr deutlich hörbar/leise	Sehr laut/deutlich hörbar/leise	Inakzeptabel laut/laut/leise	Noch leise/leise/unhörbar
FAZIT	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Lüftersteuerung (Slotblende) ⊕ P/L-Verhältnis	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ Recht leiser Lüfter	⊕ Hohe Kühlleistung ⊕ P/L-Verhältnis	⊕ Hohe Kühlleistung	⊕ Hohe Kühlleistung ⊖ Lüfter nur gedrosselt leise ⊖ Hohes Gewicht	⊕ Hohe Kühlleistung ⊖ Sockel-Unterstützung ⊖ Kein Lüfter enthalten
	Wertung: **2,20**	Wertung: **2,21**	Wertung: **2,22**	Wertung: **2,24**	Wertung: **2,28**	Wertung: **2,32**

* Tatsächliche CPU-Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur - keine Delta-Werte ** gemessen mit Be quiet SilentWings PWM, max. 1.500 U/min
*** Direct Touch, direkter Kontakt der Heatpipes mit dem Prozessorgehäuse **** Montageklammer für zweiten Lüfter nicht im Lieferumfang enthalten

Meinung aus der Redaktion

Eine knappe Angelegenheit

Die ersten vier Kühler unterscheiden sich in der Endnote lediglich um 0,04 – das gab es meines Wissens noch bei keiner CPU-Kühler-Marktübersicht. Falls Sie dahinter einen Turmkühler-Einheitsbrei vermuten, kann ich allerdings Entwarnung geben, denn die Kühler unterscheiden sich durchaus in einigen wichtigen Details: Der auf dem Matterhorn sitzende Föhn120 Wing Boost ist beispielsweise der einzige Lüfter, der auch bei voller Drehzahl noch nicht übermäßig laut ist. Zählt jedes Grad, kann der EKL-Kühler allerdings nicht mit den Modellen Yasya und CNPS 10x Performa mithalten, die für Anhänger durchsatzstarker Lüfter etwas besser geeignet sind. Wertvolle Punkte für den Testsieg sammelt der Yasya (trotz Push-Pins) übrigens beim Montagesystem: Schrauben entfällt, ein Mainboard-Ausbau ist nicht erforderlich. Aber bevor ich Sie hier mit Details überhäufe – achten Sie nicht nur auf die Endnote und Leistungsdaten, sondern berücksichtigen Sie auch, welche Eigenschaften und Ausstattungsmerkmale Ihnen wichtig sind.

Um Ihnen bei der Kaufentscheidung zu helfen, haben wir die Testtabellen bereits benoteter Kühler und Lautheitsdiagramme auf die DVD gepackt. Im Quickpoll-Bereich unseres Forums, den Sie über Bonuscode 26FH erreichen, starte ich übrigens regelmäßig Umfragen rund um das Thema Luftkühlung. Die Ergebnisse fließen sowohl in das Auswahlverfahren der Testmuster als auch in das Wertungssystem, das regelmäßig überarbeitet wird, ein. *(sw)*

»Achten Sie nicht nur auf die Endnote und Leistungsdaten.«

Stephan Wilke, Fachbereich Luftkühlung

Scythe Yasya im Detail

Der von Scythe stammende Testsieger verfügt über eine außergewöhnliche Lamellenanordnung, die ein wenig an Fledermausflügel erinnert. Im Lieferumfang befindet sich wie beim Ninja 3 ein Lüfter, der mithilfe der manuellen Lüftersteuerung in Form einer Slotblende über einen sehr großen Drehzahlbereich von 470 bis 1.900 U/min angesprochen werden kann. Bei voller Drehzahl bietet der Yasya eine hervorragende Kühlleistung, die allerdings durch eine hohe Lautstärke erkauft wird – wir empfehlen das Drosseln auf rund 1.000 U/min. Auch das Montagesystem gefällt: Weder bei AMD noch bei Intel muss das Board ausgebaut werden.

CPU-KÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 59 Wertungskriterien

Produkt	Coolforce 1	Vapor 120	Thermax Eclipse II	Frio	Genius G-950	Samuel 17
Modellnummer	-	ZCJ013	SP984B1-V2	CLP0564	-	-
Hersteller, Webseite	Cooltek, cooltek.de	Zaward, zaward.com	Spire, spirecoolers.com	Thermaltake, thermaltakeusa.com	Dynatron, dynatron-corp.com	Prolimatech, prolimatech.com
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	ca. € 40,-/befriedigend	Noch nicht lieferbar	ca. € 40,-/befriedigend	ca. € 50,-/ausreichend	ca. € 30,-/gut	ca. € 40,-/befriedigend
Ausstattung (20 %)	**2,30**	**2,45**	**2,40**	**2,20**	**2,65**	**3,05**
Enth. Lüfter/Anschluss/Entkopplung	2 x 120 mm/4-Pin/ja	1 x 120 mm/4-Pin/nein	2 x 120 mm/3-Pin/ja	2 x 120 mm/3-Pin/ja	1 x 120 mm/4-Pin/nein	Keiner/-/nein
Montierbare Lüfter/Ausrichtung	2 x 120 mm/horizontal	2 x 120 mm/horizontal	2 x 120 mm/horizontal	2 x 120 mm/horizontal	Keiner/-/-	1 x 120 mm/vertikal
Lüfterdrehzahl 100 % (Angabe/gem.)	1.500 U/min/1.540 U/min	2.000 U/min/1.870 U/min	2.200 U/min/2.260 U/min	2.500 U/min/2.250 U/min	1.600 U/min/1.790 U/min	-
Werkstoff/Technik	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes	Alu, Kupfer/Heatpipes DT***	Alu, Kupfer/Heatpipes
Heatpipes/Lamellenabstand	5 x 8 mm/2 mm	3 x 8 mm (HDT)/2 mm	5 x 8 mm, 2 mm	5 x 8 mm/2 mm	4 x 6 mm/2 mm	6 x 6 mm/2,5 mm
Wärmeleitmittel/Lüfterst./Extras	Spritze/-/-	Spritze/-/blaue LEDs, Werkzeug	Spritze/-/NT-Adapter (ein Lüfter)	Spritze/manuell/-	Spritze/-/-	Spritze/-/-
Eigenschaften (20 %)	**2,48**	**2,43**	**2,53**	**2,63**	**2,73**	**2,18**
Sockelunterstützung (AMD/Intel)	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	754, 939-AM3/775, 1156, 1366	AM2(+), AM3/775, 1156, 1366	AM2(+), AM3/775, 1156, 1366	AM2(+), AM3/775, 1156, 1366
Maße mit Standardlüfter(n) (B x T x H)	131 x 125 x 151 mm	120 x 75 x 160 mm	131 x 125 x 152 mm	139 x 118 x 165 mm	124 x 120 x 148 mm	120 x 122 x 70 mm**
Gewicht mit Standardlüfter(n)	916 g	636 g	1.004 g	1.164 g	820 g	516 g**
Haltemechanismus (AMD/Intel)	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Verschraubung	Verschraubung/Push-Pins	Verschraubung/Verschraubung
Montageaufwand (AMD/Intel)	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Mittel/mittel	Mittel/gering	Mittel/mittel
Platinenausbau nötig (AMD/Intel)	Ja/ja	Ja/ja	Ja/ja	Ja/ja	Ja/nein	Ja/ja
Leistung (60 %)	**2,33**	**2,42**	**2,40**	**2,50**	**2,88**	**3,17**
CPU-Temperatur* (°C) 100/75/50 %, Standardlüfter	53,0/54,8/60,4 °C	53,0/55,7/60,5 °C	48,7/50,3/54,5 °C	48,9/50,4/53,1 °C	57,4/62,0/- °C	-
CPU-Temperatur* (°C) 100/75/50 %, Referenzlüfter**	57,9/63,1/78,0 °C	57,6/61,2/72,0 °C	56,7/62,5/73,9 °C	56,7/60,4/70,4 °C	-	70,8/79,7/- °C
Lautheit (Sone) 100/75/50 %	3,3/1,2/0,3 Sone	4,0/2,1/0,6 Sone	4,9/2,3/0,7 Sone	6,1/3,8/1,2 Sone	2,9/1,8/- Sone	1,0/0,3/0,1 Sone**
Schalldruck (dB(A)) 100/75/50 %	40,4/31,2/22,2 dB(A)	43,7/35,6/25,0 dB(A)	45,6/37,5/26,5 dB(A)	49,0/43,2/31,8 dB(A)	40,2/37,0/- dB(A)	28,5/21,6/17,3 dB(A)**
Subjektive Lautstärke 100/75/50 %	Sehr laut/deutlich hörbar/leise	Sehr laut/laut/noch leise	Inakzeptabel laut/laut/noch leise	Inakzeptabel laut/sehr laut/deutlich hörbar	Laut/sehr deutlich hörbar/-	Noch leise/leise/unhörbar
FAZIT	⊕ Zwei Lüfter enthalten ⊖ Mäßig mit Referenzlüfter	⊕ Lüfter mit blauen LEDs ⊖ … der aber laut ist	⊕ Stark mit Standardlüftern ⊖ … die sehr laut sind ⊖ Hohes Gewicht	⊕ Stark mit Standardlüftern ⊖ … die sehr laut sind ⊖ Hohes Gewicht	⊕ P/L-Verhältnis ⊖ Stets hörbar ⊖ Lüfter nicht wechselbar	⊕ Extrem kompakt ⊕ Kühlt umliegende Bauteile ⊖ Geringe Kühlleistung
	Wertung: **2,35**	Wertung: **2,43**	Wertung: **2,43**	Wertung: **2,47**	Wertung: **2,80**	Wertung: **2,95**

* Tatsächliche CPU-Temperatur (Maximalwert), normiert auf 20 °C Lufttemperatur - keine Delta-Werte ** gemessen mit Be quiet Silent Wings PWM, max. 1.500 U/min
*** DirectTouch, direkter Kontakt der Heatpipes mit dem Prozessorgehäuse **** Montageklammer für zweiten Lüfter nicht im Lieferumfang enthalten

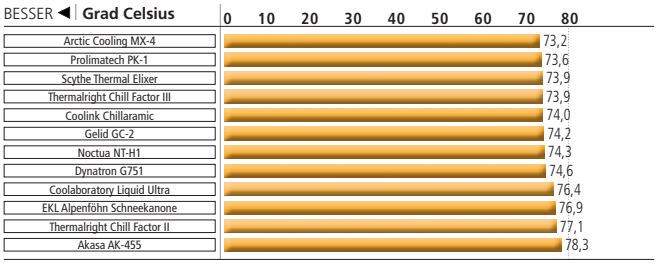
Zwölf Wärmeleitpasten im Test

Coole Pasten

Der beste Kühler bringt wenig, wenn der Wärmeübergang vom Chip zum Kühlerboden durch Lufteinschlüsse beeinträchtigt wird. Hier setzen Wärmeleitpasten an – doch welche ist empfehlenswert?

Kühlleistung: Arctic Cooling MX-4 vor Prolimatech PK-1

GPU-Temperatur (Geforce 8800 GT in Furmark v1.8.2, 1.280 x 1.024, Stability Test)



System: Phenom II X4 965 BE, Gigabyte 770TA-UD3, 2 x 2 GiByte DDR3-RAM, Zalman VF900 @ 2.640 U/min; Windows 7 x64, Geforce 257.21; Maximaltemperatur nach mindestens 600 Sekunden, auf 20 °C Raumtemperatur normiert **Bemerkungen:** Die neue MX-4 führt das Feld vor der PK-1 an, die AK-455 ist abgeschlagen.

Oft trennen nur wenige Grad Celsius hochpreisige High-End-Kühler von Spartipps. Um diesen Vorteil nicht durch leistungsschwache Wärmeleitpaste zu verschenken, ist der Griff zu Kontaktmitteln der Oberklasse erforderlich. Meist lassen sich aber auch einige Euro sparen, wenn es nicht auf das letzte Grad Celsius ankommt. Und auch Vielschrauber, die häufig Kühler tauschen und (de)montieren, sollten auf das Preis-Leistungs-Verhältnis achten.

Testmethodik

Um die Leistungsunterschiede zwischen den Wärmeleitpasten abbilden zu können, setzen wir auf ein GPU-Die, das in Relation zur Fläche eine höhere Abwärme als die meisten CPU-Heatspreader abstrahlt. Die Wärmeleitpaste wird auf die GPU einer Asus Geforce 8800 GT/512 aufgetragen, auf dem Chip platzieren wir einen Zalman VF900, dessen Lüfter mit rund 2.640 U/min rotiert. Zum Aufheizen des Grafikprozessors verwenden wir das Programm Furmark (1.280 x 1.024, Stability Test), das eine hohe, gleichmäßige Auslastung erzeugt. Die GPU-Temperatur nach mindestens 600 Sekunden wird anschließend mit der Umgebungstemperatur verrechnet und auf 20 °C Lufttemperatur gemittelt. Nach jedem Durchgang reinigen wir sorgfältig das Die und die Kontaktfläche des Kühlers, um Verfälschungen durch dort verbliebene Wärmeleitpaste weitgehend ausschließen zu können.

Das Testfeld

Auch wenn sich die Testprobanden optisch aufgrund der Spritzenform ähneln, unterscheiden sie sich in einigen Details. Immerhin sieben von zwölf Produkten liegt eine Auftragehilfe bei, eine Anleitung befindet sich nur bei zwei Produkten im Lieferumfang. Ausstattungskönig ist die Coollaboratory Liquid Ultra – später mehr dazu. Die ermittelten GPU-Temperaturen bewegen sich zwischen 73,2 und 78,3 °C; eine Spanne von 5,1 °C. Der Großteil des Testfelds liegt sehr nah zusammen und platziert sich zwischen 73,2 und 74,6 °C. Lediglich die letzten vier Pasten sind mit über 3 °C Differenz zum Testsieger etwas stärker abgeschlagen.

Falls Ihnen eine einfache Verteilung am wichtigsten ist, raten wir Ihnen zu den Wärmeleitpasten Thermal Elixer, Coolink Chillaramic oder dem neuen Thermalright-Produkt

WÄRMELEITPASTEN						
Produkt	**MX-4**	**Chillaramic**	**PK-1**	**Thermal Elixer**	**Chill Factor III**	**GC-2**
Hersteller, Webseite	Arctic Cooling, arctic-cooling.com	Coolink, coolink-europe.com	Prolimatech, prolimatech.com	Scythe, scythe-eu.com	Thermalright, thermalright.com	Gelid, gelidsolutions.com
Preis	Noch nicht lieferbar	Ca. € 7,-	Ca. € 8,-	Ca. € 6,-	Noch nicht lieferbar	Ca. € 5,-
Preis pro Gramm	-	€ 0,70/g	€ 1,60/g	€ 1,71/g	-	€ 0,71/g
Behältnis	Spritze	Spritze	Spritze	Spritze	Spritze	Spritze
Zubehör	-	-	Pappkarte	-	Plastikkarte	Plastikspachtel
Inhaltsmenge	4 g	10 g	5g	3,5 g	4 g	7 g
Konsistenz	Sehr zähflüssig	Leicht zähflüssig	Zähflüssig	Leicht zähflüssig	Leicht zähflüssig	Zähflüssig
Verteilung	Schwierig	Mittel bis leicht	Mittel	Mittel bis leicht	Mittel bis leicht	Mittel
GPU-Temperatur*	73,2 °C	74,0	73,6	73,9	73,9	74,2
FAZIT	⊕ Kühlleistung ⊖ Verteilung	⊕ Kühlleistung ⊕ Verteilung ⊕ P/L-Verhältnis	⊕ Kühlleistung ⊕ Zubehör	⊕ Kühlleistung ⊕ Verteilung	⊕ Kühlleistung ⊕ Verteilung ⊕ Zubehör	⊕ P/L-Verhältnis ⊕ Zubehör
	Wertung: ★★★★½	Wertung: ★★★★★	Wertung: ★★★★★	Wertung: ★★★★★	Wertung: ★★★★★	Wertung: ★★★★★

Chill Factor III. Die NT-H1, die inzwischen in einer leicht modifizierten Spritze ausgeliefert wird, lässt sich aufgrund ihrer Konsistenz ebenfalls gut verteilen. Ungeschlagen im Komfort sind aber nach wie vor in einem Fläschchen ausgelieferte Wärmeleitpasten, die sich mithilfe eines im Deckel angebrachten Pinsels verteilen lassen. Dies gilt zum Beispiel für die Revoltec Thermal Grease Diamond und die Zalman ZM-STG1, die sich in früheren Tests allerdings als etwas leistungsschwach herausgestellt haben.

Sonderfall Flüssigmetall

Die Coollaboratory Liquid Ultra ist keine konventionelle Wärmeleitpaste wie die anderen Produkte in diesem Testfeld, sondern besteht aus Flüssigmetall. In der Theorie verspricht dies einen besseren Wärmeübergang und niedrigere Chiptemperaturen. Die Ausstattung der Flüssigmetallpaste ist reichhaltig: Neben einer hilfreichen, deutschsprachigen Anleitung befinden sich zwei Pinsel in der Verpackung, mit denen auch Flüssigmetall-Neulingen das Auftragen gelingen sollte. Achten Sie darauf, nur eine maximal stecknadelkopfgroße Menge auf der Kontaktfläche zu platzieren – die Liquid Ultra ist wie alle Flüssigmetallpasten sehr ergiebig, was auch den extrem hohen Preis pro Milliliter relativiert.

Heikler als das Auftragen ist das Entfernen der silberfarbenen, glänzenden Schicht. Bei konventionellen Wärmeleitpasten reicht bereits ein bloßes Wegwischen mit einem Papiertuch, um zumindest die sichtbaren Rückstände zu entfernen. Die Liquid Ultra verteilte sich bei dieser Vorgehensweise allerdings großflächig auf dem Kühlerboden, versiegelte diesen und ließ sich anschließend nur noch mit dem mitgelieferten Metallschleifpad restlos entfernen. Die GPU ließ sich durch den Einsatz des im Lieferumfang befindlichen Reinigungstuchs, das mit 70-prozentigem Isopropylalkohol getränkt ist, innerhalb weniger Sekunden von jeglichen Rückständen befreien. Bevor Sie zum Metallschleifpad greifen, sollten Sie daher zuerst das mitgelieferte Tuch oder ein vergleichbares Reinigungsprodukt ausprobieren. Lösungsmittel wie Aceton oder Benzin sind laut Anleitung nicht hilfreich. Die Entfernung der Liquid Ultra gestaltet sich somit nicht einfach, ist aber grundsätzlich auch rückstandsfrei möglich. Unter Bonuscode 2773 finden Sie eine Video-Anleitung zum Auftragen und Entfernen der Flüssigmetallpaste.

Trotz mehrfachen Auftragens und längeren Aufheizphasen vor dem entscheidenden Durchlauf ließ sich die GPU-Temperatur nicht auf niedrigere Werte bewegen als bei den meisten konventionellen Wärmeleitpasten. Möglicherweise arbeitet die Liquid Ultra erst nach einigen Tagen „Einbrennzeit" optimal, vielleicht kam ihr auch die GPU-Die/Kühler-Kombination nicht gelegen. *(sw)*

Fazit

Wärmeleitpasten

Die MX-4 setzt sich vor die PK-1, die Thermal Elixer und die Chill Factor III. Für P/L-Käufer empfehlen sich die Coolink Chillaramic und die Gelid GC-2. Die Coollaboratory Liquid Ultra überzeugt durch ihren Lieferumfang, den theoretisch vorhandenen Leistungsvorteil konnte sie bei unserer Testplattform aber nicht ausspielen.

Meinung aus der Redaktion

Ein Defekt jagt den nächsten

Wie schon beim letzten Wärmeleitpasten-Test erlag die Grafikkarte einem Defekt, nachdem sich bereits ein Großteil der Testmuster auf der GPU hatte bewähren müssen. Dieses Mal ist eine Radeon HD 5850 ausgefallen, letztes Mal war es eine Geforce 8800 GT. Die in diesem Vergleichstest eingesetzte 8800 GT überstand die Strapazen in Form häufiger Kühlerwechsel und des Furmarks. Nun frage ich mich, ob wir Wärmeleitpasten zukünftig mit CPUs oder mit GPUs testen sollen – stimmen Sie unter Bonuscode 278J ab. *(sw)*

»Nicht jede Karte übersteht die häufigen Kühlerwechsel und Furmark.«

Stephan Wilke, Fachbereich Luftkühlung

Empfehlung der Redaktion

Arctic Cooling MX-4

Bei der MX-4 handelt es sich um ein brandneues Produkt von Arctic Cooling, das in der Tradition der populären MX-2 und MX-3 steht. Eine kleine, aber feine Änderung betrifft das Papier, das die Spritze umgibt: Im vorderen Bereich befinden sich vier Löcher, die den Blick auf den Spritzeninhalt freigeben. So lässt sich frühzeitig erkennen, wann der Inhalt zur Neige geht. 4 Gramm beträgt die Füllmenge der Arctic-Cooling-Paste. Die Anwendung der MX-4 gestaltet sich leider nicht so angenehm wie bei der MX-2, die sich durch ihre nur mäßig zähflüssige Konsistenz gut verteilen lässt, sondern erinnert eher an die der MX-3. Ist die sehr zähflüssige Masse aber gleichmäßig verteilt, kann sie ihr wahres Potenzial entfalten: Mit keiner Wärmeleitpaste erzielten wir niedrigere GPU-Temperaturen. Die neue Kreation von Arctic Cooling überflügelt auch die noch beim vorherigen Test ausgezeichnete Prolimatech PK-1. Falls Sie für sehr gute Temperaturwerte eine schwierige Verteilung in Kauf nehmen, ist die MX-4 empfehlenswert. *(sw)*

»Mit keiner Wärmeleitpaste erzielten wir niedrigere GPU-Temperaturen.«

Stephan Wilke, Fachbereich Luftkühlung

WÄRMELEITPASTEN

Produkt	NT-H1	G751	Liquid Ultra	Schneekanone	Chill Factor II	AK-455
Hersteller, Webseite	Noctua, noctua.at	Dynatron, dynatron-corp.com	Coollaboratory, coollaboratory.com	EKL Alpenföhn, ekl-ag.de	Thermalright, thermalright.com	Akasa, akasa.com.tw
Preis	Ca. € 6,-	Ca. € 5,-	Ca. € 9,-	Ca. € 3,-	Ca. € 5,-	Ca. € 5,-
Preis pro Gramm/Milliliter	€ 4,29/ml	€ 2,50/g	Ca. € 60,-/ml	€ 2,-/g	€ 1,25/g	€ 1,-/g
Behältnis	Spritze	Spritze	Spritze	Spritze	Spritze	Spritze
Zubehör	-	-	Anleitung, Pinsel, Reinigungsset	Pappkarte	Plastikkarte	Anleitung, Plastikkarte
Inhaltsmenge	1,4 ml	0,5 g	0,15 ml	1,5g	4 g	5 g
Konsistenz	Leicht zähflüssig	Sehr zähflüssig	Leicht zähflüssig	Zähflüssig	Sehr zähflüssig	Sehr zähflüssig
Verteilung	Mittel bis leicht	Schwierig	Mittel	Mittel	Mittel bis schwierig	Mittel bis schwierig
GPU-Temperatur*	74,3	74,6	76,4	76,9	77,1	78,3
FAZIT	⊕ Verteilung	⊖ Verteilung	⊕ Zubehör ⊖ Handhabung (Entfernung) ⊖ P/L-Verhältnis	⊕ Zubehör ⊖ Kühlleistung	⊕ Zubehör ⊖ Kühlleistung ⊖ Verteilung	⊕ Zubehör ⊖ Kühlleistung ⊖ Verteilung
	Wertung: ★★★★★	Wertung: ★★★½★	Wertung: ★★★★★	Wertung: ★★½★★	Wertung: ★★½★★	Wertung: ★★★★★

Gut gekühlt in den Sommer

Mit den richtigen Lüftern zum leisen und stabilen PC

Weitere Tests als PDF auf der CD.

Bild: MEV

Im Sommer stellt sich wie jedes Jahr die Frage, ob die Kühlung des PCs ausreicht, um auch bei hohen Außentemperaturen vor Überhitzung gefeit zu sein.

Im Hoch- und Spätsommer wachsen die Zweifel, ob der eigene Spiele-PC den Anforderungen gewachsen ist. Wenn die Außentemperaturen jenseits der 30-Grad-Marke sind, spielt die Kühlung des PCs eine besonders wichtige Rolle. Auch wenn das System bereits mehrere Sommer überstanden hat, sind Sie nicht vor Überraschungen sicher: Verstaubte Kühler und Lüftungsschlitze oder angeschlagene Lüfterantriebe können selbst gute Kühlkonzepte aus dem Tritt bringen. Steht dann ein Upgrade der Kühlung an, sind sich viele PC-Nutzer nicht sicher, welche Lüftergröße und Modelle sich eignen. Wir werfen nicht nur einen Blick auf Ventilatoren mit gewöhnliche Rahmengrößen, sondern auch auf Mini- und Riesenlüfter und die Lüftersteuerungen unterschiedlicher Hauptplatinen.

Testmethodik

Um einen Vergleich zwischen Lüftern der Größen 80, 92, 120 und 140 Millimeter zu realisieren, montierten wir diese auf einem Scythe Grand Kama Cross und belasteten die CPU mit Prime 95. Bei diesem Testverfahren fallen die Differenzen, die sich durch unterschiedliche Umdrehungsgeschwindigkeiten und Lüftergrößen ergeben, sehr groß aus, da die Kühllamellen nach unten hin abgewinkelt sind und der Luftstrom gebrochen wird. Da CPU-Kühler meist auf ein oder zwei Lüftergrößen ausgelegt sind und auch der Grand Kama Cross hierbei keine Ausnahme darstellt, ist unser Testverfahren also ein Kompromiss, um unterschiedliche Lüfter(größen) direkt gegeneinander antreten zu lassen. In der Praxis sollten Sie natürlich zu Lüftern greifen, für die passendes Montagematerial beiliegt.

Größe zählt

Je größer ein Ventilator ausfällt, desto mehr Luft kann er prinzipiell bei gleicher Drehzahl bewegen. Im Umkehrschluss reichen bei größeren Modellen niedrigere Drehzahlen aus, um die Luftstromstärke kleinerer Modelle zu erreichen. Ein Grund hierfür ist, dass sich der Antrieb für die Rotorblätter nicht beliebig verkleinern lässt, weshalb bei 80- und 92-mm-Lüftern die effektiv nutzbare Fläche kleiner ausfällt als bei größeren Modellen. Auch bei größeren Ventilatoren ist dies neben dem Rahmen und der Form und Anzahl der Lüfterblätter ein Ansatzpunkt für Optimierungen. Beim Scythe Slip Stream kommt so neben neun Blättern ein besonders kompakter Antrieb mit 35 Millimetern Durchmesser zum Einsatz, um die Effizienz bei der niedrigen Nenndrehzahl von 800 U/min zu steigern. Zum Vergleich: Der S-Flex vom gleichen Hersteller bringt es auf 45 Millimeter und wie die meisten 120-mm-Modelle auf sieben Lüfterblätter. Der Antrieb des Silenx Ixtrema Pro IXP-74-14 misst sogar nur 30 Millimeter, bei etwas höheren Drehzahlen ist dieser Lüfter mit sieben Rotorblättern allerdings ein ganzes Stück lauter.

Gleiche Lautheit – gleiche Leistung?

Durch das Reduzieren der Lüfterdrehzahl lässt sich gewöhnlich die Geräuschemission senken, doch bei gleichen Drehzahlen ist nicht jeder Lüfter gleich laut. Daher lohnt sich ein Blick auf die Lautstärke, um die Kühleffizienz eines Ventilators besser einschätzen zu können: Die Be-quiet-Ventilatoren im 120- und 140-mm-Format erreichen bei 100 und 75 Prozent ▷

Bonusmaterial

Heft-CD: Auf dem Datenträger finden Sie einen ausführlichen Vergleichstest mit 42 Lüftern.

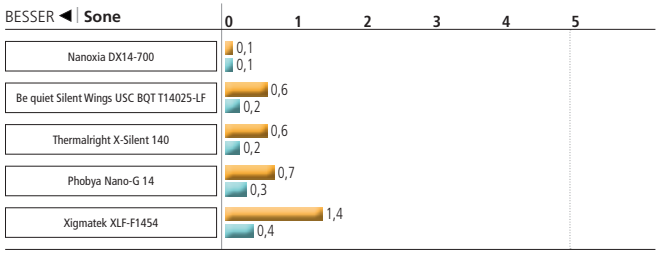
www

Bonuscode
2742

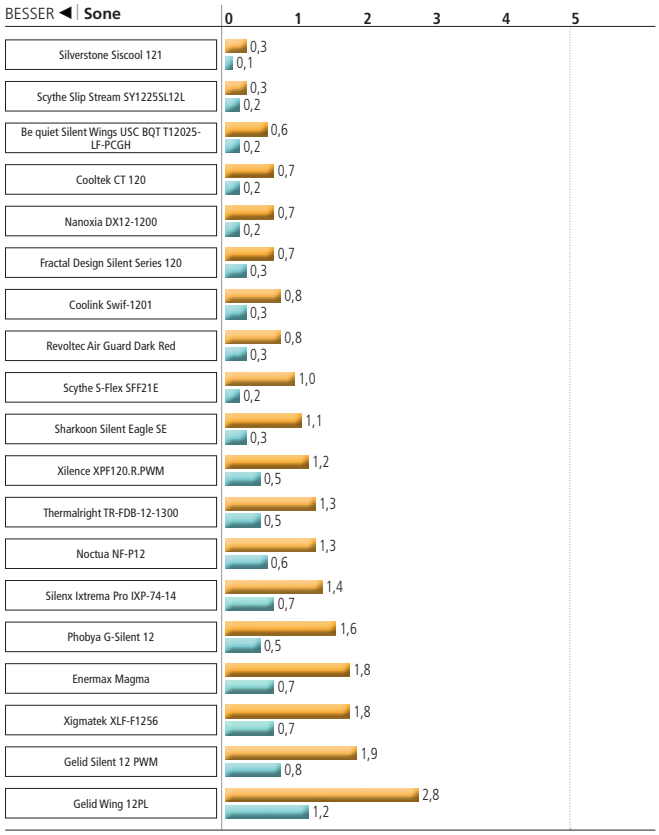
Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Lautheit der Lüfter

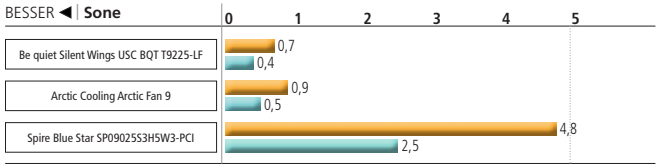
140-mm-Lüfter



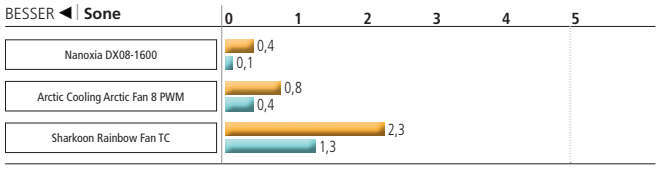
120-mm-Lüfter



92-mm-Lüfter



80-mm-Lüfter



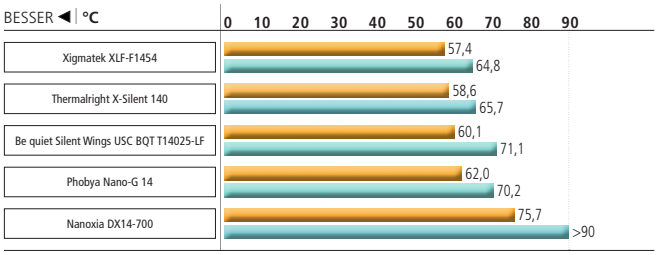
100 % Lüfterdrehzahl | 75 % Lüfterdrehzahl

System: offener Aufbau, Messung aus 0,5 Metern Entfernung, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3

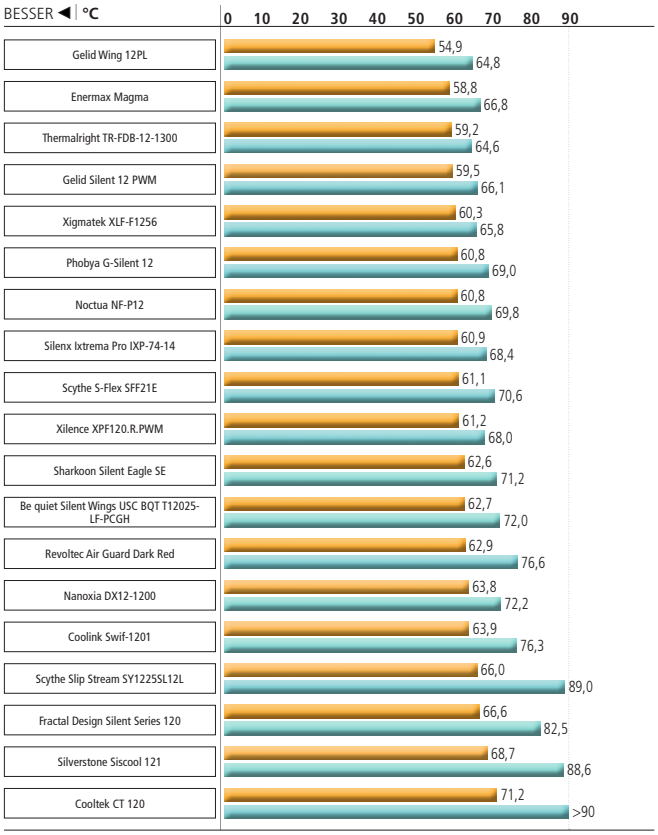
Bemerkungen: 0,1 Sone lassen sich nur mit einem Lager erreichen, das keine Nebengeräusche erzeugt. Bei voller Drehzahl ist nur ein 140-mm-Lüfter mit 0,1 Sone praktisch unhörbar, leise Lüfter mit maximal 1 Sone gibt es aber in jeder gängigen Größe. Auf 75 Prozent gedrosselt sind fast alle Lüfter Silent-tauglich, lediglich der extrem kraftvolle Spire-Lüfter im 92-mm-Format, der es bei voller Drehzahl auf über 3.300 U/min bringt, ist auch dann noch deutlich zu hören. Bei gleichen Drehzahlen sind deutliche Unterschiede möglich: Der Be quiet Silent Wings USC BQT T12025-LF und der Enermax Magma schaffen rund 1.500 U/min, die Differenz liegt bei 1,2 Sone.

CPU-Temperatur unter Volllast (Prime 95 „Blend“)

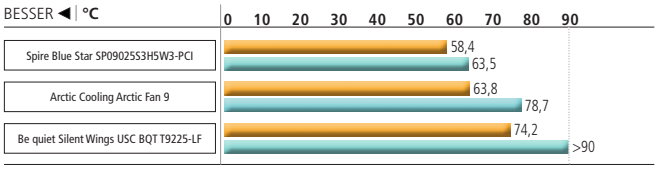
140-mm-Lüfter



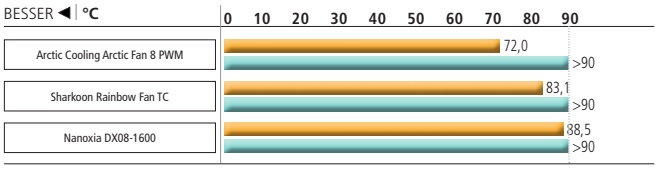
120-mm-Lüfter



92-mm-Lüfter



80-mm-Lüfter

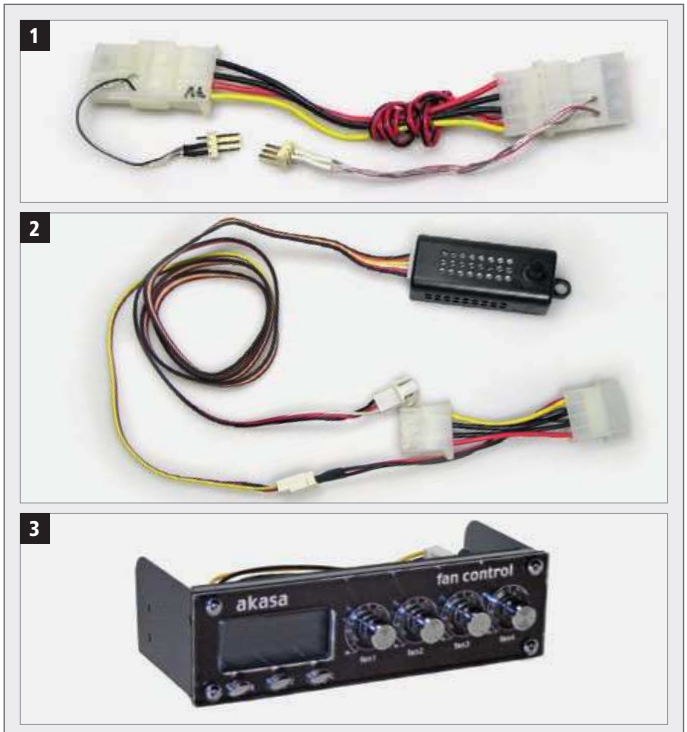


100 % Lüfterdrehzahl | 75 % Lüfterdrehzahl

System: offener Aufbau, Core i7-870 (1,2 Volt), Asus Maximus III Gene, 2 x 1 GiB DDR3-1333, Geforce 6600 GT (passiv), Scythe Grand Kama Cross, Zalman ZM-MFC3, Lufttemperatur auf 20 °C normiert; Windows Vista x64 SP2

Bemerkungen: Sobald ein Kern 100 °C erreicht, werden Takt und Spannung der CPU automatisch gesenkt, auch wenn die Durchschnittstemperatur aller Kerne etwas darunter liegt. Durch diese Maßnahme wird die Abwärme deutlich reduziert, aber auch die Aussagekraft der Messwerte begrenzt. Aus diesem Grund geben wir keine genauen Werte für Durchschnittstemperaturen über 90 °C an. 80-mm-Lüfter fallen deutlich zurück, mit entsprechend hohen Drehzahlen können aber auch 92- und 120-mm-Ventilatoren mit 140-mm-Modellen mithalten.

Lüftersteuerungen



Ein 7-Volt-Adapter (Bild 1) ermöglicht eine Drehzahlreduzierung, aber keine Feinjustierung. Diese ist bereits mit einer einfachen Lüftersteuerung wie der Zalman Fanmate 2 (Bild 2) für einen Ventilator möglich. Die volle Kontrolle bieten Lüftersteuerungen wie die Akasa AK-FC-03 Chamäleon (Bild 3), die sich für mehrere Ventilatoren gleichzeitig eignen.

Lüfter-Kauftipps

Lüfter	Preis	Delta-Kühlleistung bei 100/75 % Lüfterdrehzahl (niedriger = besser)	Schalldruck bei 100/75/50 % Lüfterdrehzahl (niedr. = besser)
92 Millimeter			
Noiseblocker XE 1 Rev. 3.0	ca. € 6,-	27,3/28,4 °C	23,2/18,7/14,3 dB(A)
Noctua NF-B9-1600	ca. € 15,-	26,8/27,4 °C	29,9/23,7/19,4 dB(A)
120 Millimeter			
Scythe Slip Stream SY1225SL 12L	ca. € 5,-	27,4/28,3 °C	19,3/16,1/12,4 dB(A)
Aerocool Turbine 1000	ca. € 10,-	28,3/30,1 °C	18,3/14,6/10,6 dB(A)
140 Millimeter			
Xigmatek XLF-F1453	ca. € 10,-	25,3/27,3 °C	31,4/24,7/20,4 dB(A)

Drehzahl jeweils 0,6 und 0,2 Sone und sind damit gleich laut. Bei der Kühlleistung liegt allerdings die 140-mm-Variante bei voller Drehzahl um 2,6 °C vorne, bei 75 Prozent beträgt der Vorsprung immerhin noch knapp 1 °C. Der Effekt der größeren Nutzfläche nimmt also bei sinkenden Drehzahlen ab.

Im Direktvergleich zwischen sechs 120-mm-Lüftern bei 0,7 Sone ermitteln wir eine Temperaturdifferenz von 7,4 °C: Der Cooltek CT 120 kann bei voller Drehzahl nicht mit dem Nanoxia DX12-1200 mithalten. Die drei Lüfter, die bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 100 Prozent auf 0,7 Sone kommen, kühlen die CPU im Schnitt auf 67,2 °C. Bei den drei Modellen, die die gleiche Lautheit erst bei einer um 25 Prozent gesenkten Drehzahl erreichen, beträgt die Durchschnittstemperatur 67 °C, was im Rahmen der Messtoleranz als gleichwertig angesehen werden darf.

(Un)sinn des Drosselns

Da das Drosseln lauterer Lüfter also anscheinend nicht zwangsläufig zu schlechteren Ergebnissen, verglichen mit leiseren Lüftern bei voller Drehzahl, führt, lohnt sich ein Blick auf die Leistungsunterschiede im gedrosselten Zustand: Bei einer Lüfterdrehzahl von 75 Prozent erreichen sieben Lüfter 0,2 Sone, die Kühlleistung unterscheidet sich allerdings bei gleicher Lautheit deutlich: Während der Thermalright X-Silent 140 die CPU-Temperatur bei 65,7 °C halten kann, setzt bei Verwendung des kleineren Cooltek CT 120 bereits das Throttling, also das automatische Reduzieren der Kernspannung und Taktrate, ein. Besser schlägt sich im Vergleich der Scythe Slip Stream, der von 870 auf 660 U/min gedrosselt zwar ebenfalls erheblich einbricht, die CPU-Temperatur aber noch unter 90 °C halten kann. Dieser Silent-Lüfter zeigt, dass das Reduzieren der Drehzahl nicht immer eine sinnvolle Option darstellt. Minimales Lagerschleifen verhindert das Erreichen des Bestwerts von 0,1 Sone, die Reduzierung von 0,3 auf 0,2 Sone verschlechtert die Kühlleistung aber dramatisch um 23 °C. Generell gilt: Je niedriger die Drehzahl, desto vorsichtiger sollten Sie bei weiteren Drosselungsmaßnahmen vorgehen.

Das Gesamtkonzept

Falls Ihnen die Silent-Tauglichkeit eines Gehäuses sehr wichtig ist, sollten Sie bei einem Neukauf darauf achten, dass Sie statt Platz für kleine 80/92-mm-Lüfter Einbauplätze für 120/140-mm-Modelle haben. Zwar lässt sich auch mit kleinen Lüftern ein leiser Betrieb bewerkstelligen, die Temperaturreserven fallen dann allerdings geringer aus. Mit größeren Lüftern gelingt der Spagat zwischen Lautstärke und Kühlleistung besser. Ein ganzheitlicher Ansatz ist hierbei allerdings entscheidend: Der beste Gehäuselüfter wird nicht dafür sorgen können, dass sich eine übertaktete CPU mit dem Boxed-Kühler leise betreiben lässt, und die meisten Standardkühler von Grafikkarten sind ebenfalls nicht für einen flüsterleisen Betrieb ausgelegt.

Bis 140-mm-Lüfter die beliebten 120-mm-Modelle ablösen, wird es allerdings noch eine Weile dauern: Bei Letzteren haben Sie derzeit eine rund sechs Mal größere Auswahl. Gerade wenn Sie für Casemodding-Projekte auf bestimmte Farbkombinationen oder Beleuchtungseffekte angewiesen sind, führt an den Standardgrößen 80 und 120 Millimeter kaum ein Weg vorbei. Nicht alle Lüfter eignen sich für alle Einsatzzwecke: Während die Be-quiet-Modelle mit einer Antivibrationsbefestigung aus Gummi ausgeliefert werden und damit keine Vibrationen ans Gehäuse weiterleiten, ist die Montage an CPU-Kühlern zum Teil mit etwas Bastelarbeit verbunden, da normale Lüfterklammern den Ventilator nur schlecht fixieren. Der Rahmen der preiswerten Arctic Fans von Arctic Cooling ist nicht für die beidseitige Montage ausgelegt.

Lüftergrößen im Vergleich

Die gängigen Lüftergrößen 80, 92, 120 und 140 Millimeter

Beim Schritt von 80 auf 92, 120 und 140 Millimeter Rahmenhöhe steigt die Fläche, durch die der Ventilator Luft pressen kann. Größere Lüfter als 140-mm-Modelle kommen in manchen Gehäusen im Seitenteil zum Einsatz, für CPU-Kühler und die meisten Gehäuse sind sie nicht relevant. 80 und 120 Millimeter sind die beliebtesten Lüftergrößen.

Das bringen Riesenlüfter

Zahlen sich Riesenlüfter bis 200 Millimeter im Gehäuseseitenteil aus?

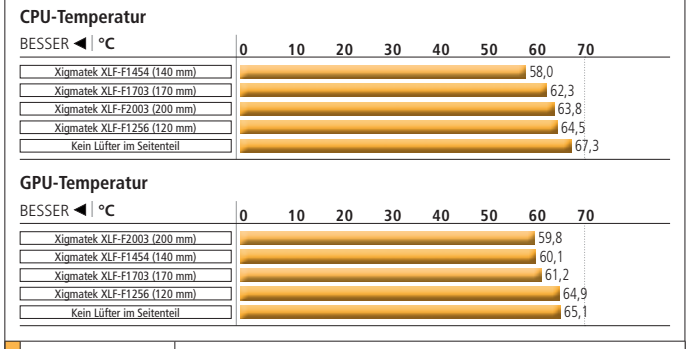
In immer mehr Gehäusen sitzen große Lüfter in der Seitenwand, welche die meisten leistungskritischen Systemkomponenten mit Frischluft versorgen. Wir testen, ob ein messbarer Unterschied zwischen den Lüftergrößen 120, 140, 170 und 200 Millimeter besteht.

Größe hilft nicht immer

Als Testgehäuse verwenden wir das In Win Maelstrom, dessen Seitenteil luftdurchlässig ist. Das System heizen wir mit Core Damage und Furmark auf. Der CPU-Kühler ist ein Scythe Zipang, die Drehzahl des Lüfters des GTX-260-Kühlers im Referenzdesign fixieren wir auf 80 Prozent. Ohne Lüfter im Seitenteil messen wir die höchsten Temperaturen. 67,3 °C (CPU) und 65,1 °C (GPU) sind unkritische Werte. Die niedrigste GPU-Temperatur erreichen wir mit dem 200-mm-Lüfter, die CPU-Temperatur fällt am besten mit dem 140-mm-Ventilator aus. Offenbar profitiert die GPU-Temperatur am stärksten davon, wenn der gesamte Grafikkartenkühler von kühler Luft überströmt wird. Dieser Effekt ist beim CPU-Kühler zu vernachlässigen, da der auf dem Zipang montierte S-Flex-Lüfter bereits recht effizient zu Werke geht. Möglicherweise verteilen die großen Ventilatoren die von der Grafikkarte aufgewärmte Luft zu stark im Gehäuse, während der 140-mm-Lüfter für Frischluft sorgt, ohne den S-Flex aus dem Tritt zu bringen.

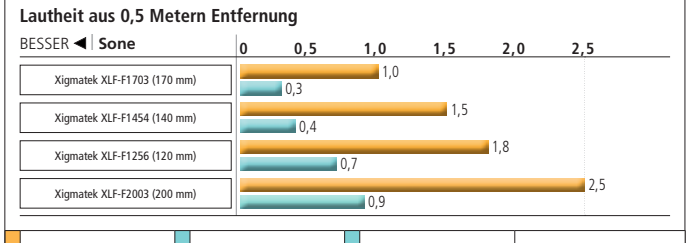
Vier Xigmatek-Lüfter von 120 bis zu 200 Millimetern treten gegeneinander an.

Temperatur: über 9 °C Unterschied



System: In Win Maelstrom, Core 2 Quad Q9450, Geforce GTX 260-192, 2 x 1 GiByte DDR2-800, Lufttemperatur auf 20 °C normiert; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Kein Ventilator im Seitenteil ist die schlechteste Option.

Lautheit: erst gedrosselt wird es leise



System: offener Aufbau, Messung aus 0,5 Metern Entfernung, Drehzahlregulierung mit Zalman ZM-MFC3 **Bemerkungen:** Der 200-mm-Lüfter ist bei gleicher Drehzahl deutlich lauter als das 170-mm-Modell.

Mini-Lüfter im Vergleich

Der richtige Lüfter für kompakte Micro-ATX- oder Mini-ITX-PCs

Kleine Lüfter müssen für die gleiche Förderleistung deutlich schneller rotieren als große. Außerdem sagt man ihnen ein störendes, hochfrequentes Laufgeräusch nach. In kleinen Micro-ATX- oder Mini-ITX-Gehäusen haben Sie aber manchmal keine andere Wahl, als einen 60-mm- oder 40-mm-Lüfter einzubauen. Wir prüfen, ob sich Mini-Lüfter dennoch lohnen, und stellen Alternativen vor.

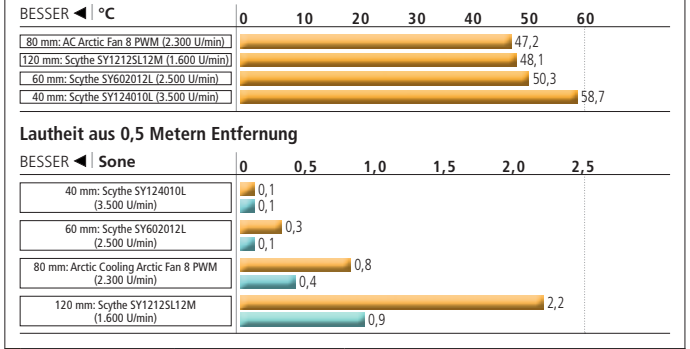
Testauswahl

Als Testsystem haben wir das Mini-ITX-Mainboard AT3IONT-I (siehe Bild links) im offenen Aufbau gewählt und die Lüfter auf den großen Kühler gelegt. Natürlich ist dieser Aufbau nicht hundertprozentig praxisnah, allerdings ist der Luftstrom je nach verwendetem Gehäuse ohnehin unterschiedlich.

Wir haben uns für jeweils einen 40- und einen 60-mm-Lüfter von Scythe aus der Kaze-Mini-Reihe entschieden. Diese sind sogar bei Standarddrehzahl (100 Prozent) mit lediglich 0,3 (60 mm) oder gar 0,1 Sone (40 mm) fast unhörbar leise. Das gefürchtete hochfrequente Fiepen konnten wir nicht ausmachen. Dennoch liefern beide eine spürbare Kühlleistung: Ohne Lüfter wird die Atom-330-CPU unter dem Asus-Kühler nach zehn Minuten Volllast (Tool: Core Damage) 70,6 Grad Celsius heiß. Als wir den 40-Millimeter-Lüfter SY124010L auf den Kühler legten, waren es nach zehn Minuten 58,7 Grad Celsius. Mit dem 60-mm-Modell sind es rund acht Grad weniger. Der sehr gute 80-mm-Lüfter Arctic Fan 8 PWM liegt nur knapp davor. Wenn Sie in Ihrem Mini-Gehäuse nur Platz für einen 60- oder 40-mm-Lüfter haben, sind die beiden Scythe-Modelle eine gute Wahl.

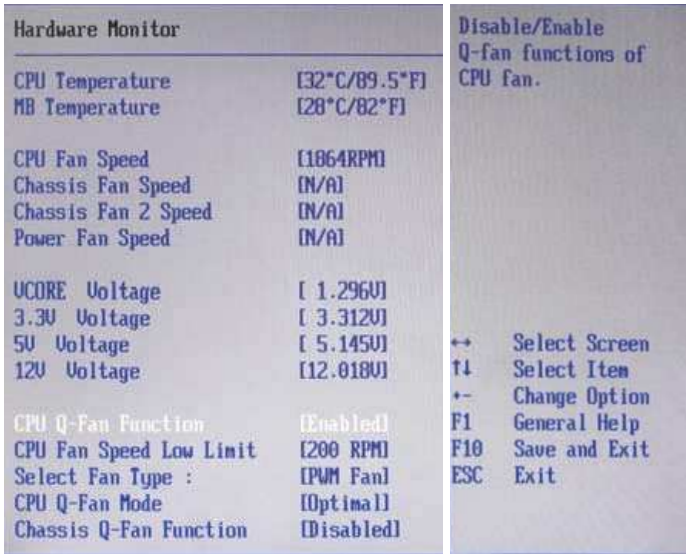
Gut für kleine PCs eignet sich auch der 120-mm-Lüfter SY1212SL12M, da er nur 1,2 cm hoch ist. Jedoch bieten nur wenige Mini-Gehäuse eine entsprechende Halterung. ▷

Kleine Lüfter: besser als ihr Ruf



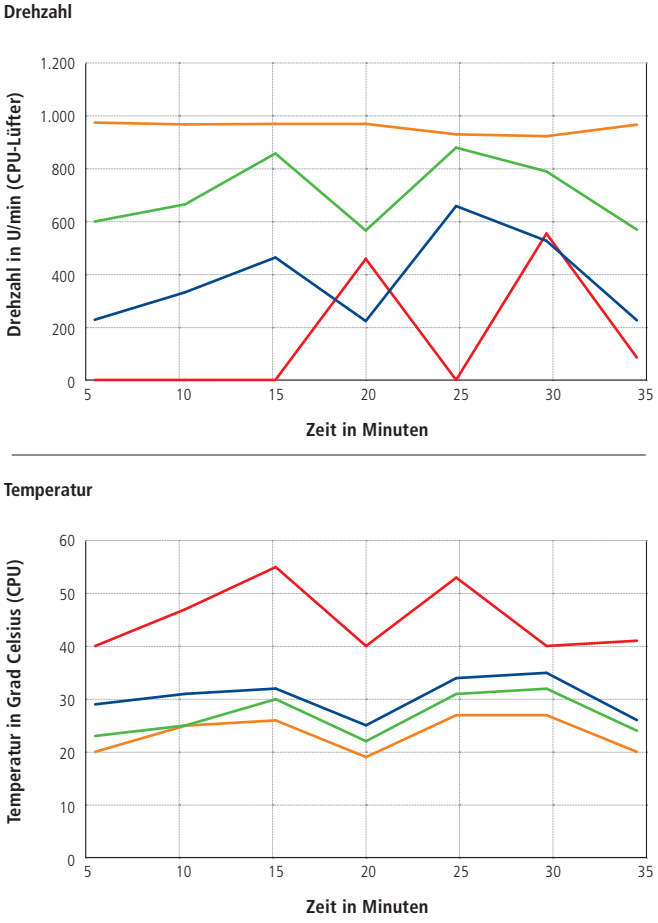
System: Offener Aufbau, Atom 330, Ion-Grafik, Asus AT3IONT-I, 1 x 2 GiB DDR3-1333, Lufttemperatur auf 20 °C normiert, Lautheits-Messung aus 0,5 Metern Entfernung; Windows 7 x64 **Bemerkungen:** Der 40-mm- und der 60-mm-Lüfter sind trotz der angegebenen hohen Drehzahl erfreulich leise und kühlen dennoch ordentlich.

120, 80, 60 und 40 mm – diese vier Lüfter haben wir auf dem Mini-ITX-Mainboard AT3IONT-I von Asus getestet. Der große Kühler bedeckt Atom-330-CPU und Ion-Chip.



Bei dem Sockel-AM3-Mainboard M4A89GTD Pro/USB 3.0 (Test in dieser Ausgabe) von Asus lässt sich die Lüftersteuerung im BIOS sehr gut konfigurieren.

Test: Mainboard-Lüftersteuerungen (Erläuterung im Text)



■ Asus P7P55D (ATX) ■ Gigabyte P55-UD3 (ATX) ■ Asrock P55M Pro – Einstellung: „Level 1" (Micro-ATX) ■ DFI MI P55-T36 (Mini-ITX)

5 Minuten: Windows-Leerlauf
10 Minuten: Internet Explorer (15 Tabs)
15 Minuten: Youtube 720p-Video
20 Minuten: Windows-Leerlauf
25 Minuten: Anno 1404* (Loop)
30 Minuten: Anno 1404* (Loop)
35 Minuten: Windows-Leerlauf

System: Core i7-870, Scythe Mugen 2 Revision B mit Scythe SY1225SL12LM-P (maximal 1.300 U/min), Radeon HD 5850, 4 GiByte DDR3-1333-RAM (8-8-8-24, 2T), offener Testaufbau, Lüftersteuerungen auf Standard, Speedstep und C1E an, Turbo-Modus aus, 22 Grad Celsius Umgebungstemperatur; Windows 7 x64, Drehzahl ausgelesen mit Speedfan
* 1.680 x 1050, 4 x FSAA, 8:1 AF, maximale Details

Lüftersteuerungen

Lüftersteuerungen aktueller Mainboards im Praxistest

Je nach Nutzung schwankt die Wärmeentwicklung bei aktuellen CPUs stark. Eine gute Lüftersteuerung sorgt dafür, dass die entsprechenden Lüfter beim schlichten Surfen (geringe Last) oder im Leerlauf angenehm leise sind, während die Drehzahl bei Spielen (hohe Last) gesteigert wird.

Spannung oder PWM

Eine Spannungs-Lüftersteuerung senkt die Spannung eines Lüfters, um dessen Drehzahl anzupassen. Bei einer PWM-Steuerung liegen hingegen stets 12 Volt an – der Lüfter wird in unterschiedlichen Intervallen an- und wieder ausgeschaltet, um eine bestimmte Drehzahl zu erreichen. Damit sind sehr niedrige Drehzahlen möglich, billige Lüfter können jedoch klackern. Da die Spannungssteuerung aufwendiger ist, setzen viele Mainboard-Hersteller bei den zusätzlichen Lüftern auf eine PWM-Steuerung – um diese zu nutzen, brauchen Sie Lüfter mit Vier-Pin-Anschluss.

Praxistest

Für unseren Praxistest haben wir eine 35-minütige typische PC-Nutzung simuliert und jeweils nach fünf Minuten die Drehzahl des Prozessorlüfters und die CPU-Temperatur notiert (siehe Verlaufsdiagramme links unten). Natürlich haben wir stets dieselben Komponenten verwendet. Da es bei Sockel-1156-Boards besonders viele Modelle gibt, haben wir uns auf diese Plattform beschränkt. Leider lassen sich die Temperaturwerte nicht hundertprozentig miteinander vergleichen, da unterschiedliche Boards dem Prozessor niemals exakt die gleiche Spannung zur Verfügung stellen. Zudem geben natürlich Grafikkarte, Mainboard-Chip oder Spannungswandler ebenfalls Wärme ab und sind je nach Platine unterschiedlich weit vom Prozessor entfernt.

Dennoch liefert unser Test praxisnahe Ergebnisse. So erkennt man etwa, dass das DFI MI P55-T36 den CPU-Lüfter bei Standard-Einstellungen stets mit mehr als 900 Umdrehungen pro Minute rotieren lässt. Damit bleibt die CPU zwar sehr kalt, der Lüfter ist aber lauter als nötig – hier ist manuelles Feintuning im BIOS nötig. Das gilt auch für das P55 Pro von Asrock: Aktiviert man die Lüftersteuerung, so wird zunächst die Einstellung „Level 9" geladen – damit rotiert der verwendete Lüfter konstant mit knapp 1.300 U/min nah an seinem Maximalwert. Als wir manuell „Level 1" auswählten, blieb der CPU-Lüfter zunächst aus und drehte nach dem Surfen im Leerlauf auf, um dann wieder auszugehen. Am besten prüfen Sie, welcher Wert sich für Ihr System eignet. Die Lüftersteuerungen der beiden Boards von Asus und Gigabyte sind hingegen auch ohne Optimierung gut. *(sw/dm)*

Kauftipps: Mainboards mit guter Lüftersteuerung

Mainboard	Preis	Geregelte Lüfter
Sockel AM3		
Asus Crosshair III Formula	Ca. € 160,-	CPU-Lüfter in feinen Stufen, weitere Lüfter manuell oder automatisch
Asus M4A89GTD Pro/USB3	Ca. € 120,-	CPU-Lüfter und zwei weitere in feinen Stufen (Spannungs- oder PWM-Steuerung)
DFI Lanparty JR 790GX-M3H5	Ca. € 110,-	CPU-Lüfter und ein weiterer in feinen Stufen
Gigabyte 770TA-UD3	Ca. € 75,-	CPU-Lüfter in sehr feinen Stufen, ein weiterer nur PWM
MSI 790FX-GD70	Ca. € 150,-	CPU-Lüfter in feinen Stufen, vier weitere in Prozentstufen
Sockel 1156		
Asrock P55 Pro*	Ca. € 90,-	CPU-Lüfter in feinen Stufen, zwei weitere manuell in Prozentstufen
Asus Maximus III Extreme	Ca. € 300,-	CPU-Lüfter in feinen Stufen, sieben weitere zum Teil automatisch oder manuell
Asus P7P55D	Ca. € 110,-	CPU-Lüfter in feinen Stufen, zwei weitere werden nur gesenkt
Gigabyte H55M-UD2H	Ca. € 85,-	CPU-Lüfter in sehr feinen Stufen
MSI P55-GD65	Ca. € 130,-	CPU-Lüfter in feinen Stufen, vier weitere manuell in Prozentstufen

* Optimierung im BIOS nötig

Bild: MEV

Der beste Kühler im Praxistest mit dem schnellsten Prozessor

Hexacore am Limit

Hochleistungs-CPUs wie die Sechskerner von AMD und Intel benötigen eine gute Kühlung. Mit dem Danamics LMX Leggera steht der passende Kühler bereit, mit dem sich Hexacores ausreizen lassen.

Euphorisch ließ Henner Schröder „Flüssigmetall rockt!“ im Rahmen der letzten Kühlermarktübersicht verlauten, in welcher der Danamics LMX Superleggera nicht nur den Testsieg, sondern auch den Award für „Top-Technik“ abräumte. Obwohl der Kühlklotz auf dem ersten Blick einem normalen Turmkühler mit Heatpipes ähnelt, ist seine Funktionsweise eine andere.

Eine Frage der Technik

Statt Gas befindet sich flüssiges Metall in den Röhren, das von einer Pumpe aus Elektromagneten bewegt wird und die Wärmeenergie vom Kühlerboden zu den Lamellen transportiert. Energie erhält die Pumpe vom Power Booster 2, einem Gerät, das an einem vierpoligen Molexstecker des Netzteils angeschlossen wird, lautlos arbeitet und sich in einem 3,5-Zoll-Schacht verbauen lässt. Achten Sie bei der Montage darauf, ober- und unterhalb des Power Booster 2 einen Schacht freizulassen: Die Kühlrippen erwärmen sich im Betrieb auf 70 bis 80 °C und die Abwärme strahlt in die nähere Umgebung ab. Eine Festplatte in einem Wechselrahmen oder ein anderes Laufwerk in unmittelbarer Nähe würde sich unnötig aufheizen. Ohne Power Booster 2 sinkt die Kühlleistung dramatisch; vergessen Sie keinesfalls, ihn anzuschließen!

Das größte Manko des LMX Superleggera ist der Preis, der sich mit mindestens 120 Euro weit oberhalb dessen bewegt, was für andere High-End-Kühler mit weniger spektakulärer Technik fällig wird. Daher ist der Danamics-Kühler viel zu schade, um in einem Standard-PC seine Arbeit zu verrichten. Diesen Zweck erfüllen auch deutlich günstigere Modelle zuverlässig. Deshalb verwenden wir für diesen Praxistest nicht irgendeinen Prozessor, sondern das Intel-Topmodell Core i7-980X, das mit sechs Kernen, zwölf Threads und einer fortschrittlichen 32-Nanometer-Fertigung auf technischer Ebene das passende Gegenstück zum LMX Superleggera ist.

Die Promo-Edition

Die zwei Silenx-Ixtrema-Lüfter, die der Promo-Edition des Flüssigmetallkühlers beiligen, lassen sich über einen relativ großen Drehzahlbereich ansprechen, weshalb wir als Maximaldrehzahl 1.860 U/min festlegen und sie schrittweise auf 900 U/min absenken. Bei Verwendung der transparenten Lüfter bei Maximaldrehzahl bleibt die Temperatur selbst bei 1,35 Volt auf einem akzeptablen Niveau – 67,7 °C sind ein guter Wert, zumal Core Damage höhere Temperaturen hervorruft als jedes im Alltag genutzte Programm und die Leistungsaufnahme um 50 Watt höher ausfällt als bei der standardmäßig eingestellten Kernspannung. Mit 4,0 Sone ist die Lautheit allerdings unangenehm hoch und auf Dauer nicht zufriedenstellend. Eine Absenkung auf 1.500 U/min schafft Abhilfe, wirklich leise sind die Ventilatoren mit 2,4 Sone dann aber immer noch nicht. Immerhin steigt die Temperatur bei 1,35 Volt nur geringfügig auf 69,3 °C an, bei der CPU-Standardspannung messen wir unbedenkliche 61,6 °C.

Bei 1.200 U/min messen wir 1,1 Sone, 0,4 Sone sind es bei 900 U/min. Overclocking empfiehlt ▷

Bonusmaterial

www

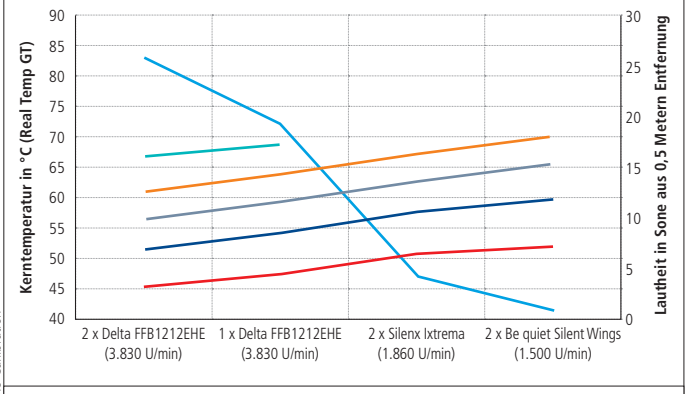
Bonuscode
275M

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Ohne Power Booster 2 kann der LMX Superleggera selbst mit Mittelklassekühlern nicht mithalten. Die Kühlrippen im vorderen Bereich erhitzen sich auf 70-80 °C.

Kühleffizienz: Delta-Ventilator und Doppelbelüftung

Kerntemperaturen und Lautheit in Core Damage mit Danamics LMX Superleggera



*Loadline-Calibration

System: Core i7-980X, EKL Alpenföhn Schneekanone, Zalman ZM-MFC3, Messwerte normiert auf 20 °C Raumtemperatur

sich auf der niedrigsten Stufe allerdings nur noch in Maßen: Bei 1,35 Volt erreicht der Sechskerner 76,4 °C. Der Temperaturwert bei 1,15 Volt zeigt, dass ein Silent-Betrieb und Undervolting eine perfekte Kombination sind – 61,1 °C sind absolut alltagstauglich und die Lüfter nur noch aus der Nähe zu hören. Gegenüber dem Betrieb mit lediglich einem Lüfter lassen sich vor allem im niedrigen Drehzahlbereich deutliche Temperaturverbesserungen von bis zu 10 °C ausmachen. Bei höheren Drehzahlen schrumpft die Temperaturdifferenz zusammen: Mit der Doppelbestückung lassen sich selbst im hohen Spannungsbereich nur noch zwei, drei Grad einsparen, was die um rund 1 Sone höhere Lautheit nicht rechtfertigt.

Volle Leistung bei 0,1 Sone

Mit dem Referenzlüfter Be quiet Silent Wings ausgestattet, ist der Danamics-Kühler für Silent-Fans interessant. Bei voller Drehzahl ist der Unterschied zwischen einem und zwei Lüftern sehr gering, selbst bei 1,35 Volt beträgt der Abstand nur etwas mehr als 4 °C. Auf 1.200 U/min gedrosselt, ergeben sich etwas stärkere Vorteile für die Doppelbestückung. Während beim Einsatz eines Lüfters die Temperatur bei jeder Spannungsstufe um mindestens 3 °C ansteigt, ist dies beim Lüfterpärchen nur bei der stärksten Überspannungseinstellung der Fall. Der Trend verstärkt sich bei 900 U/min: Bei der Standardspannung wird die CPU beim Einsatz zweier Ventilatoren nur um 4 °C wärmer als bei 1.200 U/min, mit einem Silent Wings steigt der Wert allerdings um 8 °C und überschreitet die 70-°C-Marke. Für Overclocking ist der Betrieb bei einer Lautheit von unhörbaren 0,1 Sone nicht mehr zu empfehlen, denn die Messwerte zeigen auf, dass selbst der LMX Superleggera bei einer High-End-CPU auf einen gewissen Luftstrom angewiesen ist und der Prozessor bis zu 86,1 °C heiß wird. Bei 900 U/min wärmt sich nicht nur der CPU-Kühler stark auf, auch die umliegenden Spannungswandler und Mosfets werden sehr heiß.

Wie es besser geht, zeigt erneut die Doppelbelüftung, die über den kompletten Spannungsbereich für 6 bis 7 °C niedriegere Temperaturen sorgt. Falls Sie einen Hexacore mit dem LMX Superlegga nicht nur lautlos kühlen, sondern auch übertakten möchten, empfiehlt sich diese Betriebsart. Dann reicht die Kühlleistung auch bei einer angehobenen Kernspannung und hinter dem CPU-Kühler liegende Bauteile werden nicht ganz so heiß. Möchten Sie nicht nur die Lautheit des Systems gering halten, sondern auch die Leistungsaufnahme senken, ist Undervolting das Mittel der Wahl. Bei 1,15 Volt bleibt der schnellste Desktop-Prozessor in absolut unbedenklichen Temperaturregionen und kann lautlos gekühlt werden, sofern ein Ventilator wie der Silent Wings zum Einsatz kommt, dessen Lager keine klackernden oder schleifenden Geräusche erzeugt.

Laut, lauter, Delta-Lüfter

Um den Danamics LMS Superleggera richtig auszureizen, verwenden wir den FFB1212EHE von Delta Electronics. Dieser Ventilator zeichnet sich durch ein massives Doppelkugellager und steil ausgerichtete Lüfterblätter aus, die die Luft mit hohem Druck durch den Kühler pressen. Bei der Maximaldrehzahl von 4.000 U/min (ausgelesen: ca. 3.830 U/min) bringt es der Kraftprotz auf einen Luftdurchsatz von über 320 m³/h, also rund drei Mal so viel wie gängige 120-mm-Lüfter. Erkauft wird dies mit einer extremen Lautheit, die im montierten Zustand bei 19,2 Sone liegt. Wird ein zweiter baugleicher Ventilator am Flüssigmetallkühler befestigt, müssen die Ohren gar 25,7 Sone ertragen. Zum Vergleich: Eine für ihre Lautstärkeemission bekannte

LMX-Superleggera-Bundles: Welches ist das Beste?

Wer die Wahl hat, hat die Qual: Der Online-Shop PC-Cooling.de bietet mehrere Versionen des Flüssigmetallkühlers von Danamics an. Jeweils acht Varianten eignen sich für AMD-CPUs oder Intel-Prozessoren. Damit stellt sich die Grundfrage „AMD oder Intel?", sofern Sie nicht an die Promo-Edition gelangen. Diese limitierte Version kostet 129 Euro und beinhaltet neben dem Flüssigmetallkühler Montagematerial für die Sockel 1156, 1366, 775, AM2(+) und AM3 zwei Silenx-Ixtrema-Lüfter, die mit bis zu 2.000 U/min rotieren. Günstiger kommen Sie beim Superleggera ohne Lüfter für 119 Euro weg, wobei Sie sich hierbei auf einen CPU-Hersteller festlegen müssen. Mit den Cooltek-Editionen für 129 Euro geht es bunt zu, denn ihnen liegen zwei LED-bestückte Lüfter von Cooltek bei, was vor allem Casemodder ansprechen dürfte. Zehn Euro mehr werden für die Varianten mit jeweils zwei Lüftern von Nanoxia (600 U/min) oder Noiseblocker (900 U/min) fällig,

Cooltek-Red-LED-Edition

Silenx-Performance/Silent-Edition

die sich sehr gut für Silent-Systeme eignen. Am meisten Platz benötigen die mit 145 Euro am teuersten Silenx-Editionen, denen zwei 38 Millimeter dicke Lüfter mit Maximaldrehzahlen zwischen 1.000 und 1.400 U/min beiliegen. Vor dem Kauf dieser Version sollten Sie allerdings sicherstellen, dass keine RAM-Module mit hohen Kühlkörpern im Weg stehen. Der Power Booster 2 liegt jeder Version bei. Wir empfehlen Ihnen die Promo-Edition, falls Sie auf absehbare Zeit keinen Sockelwechsel ausschließen können. Da der Wechsel der Lüfter gegen ein Modell Ihrer Wahl problemlos möglich ist, stört es auch nicht, dass die mitgelieferten Lüfter bei hohen Drehzahlen recht laut sind.

Bilder: www.pc-cooling.de

Geforce FX 5800 Ultra bringt es auf gerade einmal 9,4 Sone. Es verwundert daher nicht, dass der für den industriellen Einsatz optimierte Delta-Ventilator direkt am Netzteil angeschlossen werden muss, da ein gewöhnlicher Lüfteranschluss nicht genug Strom bereitstellt.

Da die Kühlleistung mit dem Hochleistungsventilator selbst bei 1,35 Volt nicht einbricht und die Kerntemperatur nur 64,3 °C erreicht, wagen wir eine weitere Anhebung auf 1,40 Volt. Obwohl wir eine derartige Spannung nicht für den Alltagsbetrieb mit einem 32-nm-Prozessor empfehlen, spricht aus Kühlungssicht nichts dagegen: 68,5 °C deuten sogar noch auf Reserven für heißere Sommertage hin. Das Hinzuziehen des zweiten Delta-Schreihalses zeigt allerdings, dass bei so hohen Spannungen nicht mehr die Optimierung des Luftstroms von zentraler Bedeutung ist, sondern die möglichst rasche Wärmeabfuhr vom CPU-Heatspreader. Obwohl der Luftstrom selbst einen halben Meter hinter dem Danamics-Kühler noch deutlich wahrzunehmen ist, sinkt die Temperatur lediglich um 2 °C. In diesem Bereich gelangt konventionelle Luftkühlung auch mit innovativer Technik in Form des LMX Superleggera und brachialer Gewalt in Form der sehr kraftvollen Delta-Lüfter an ihre Grenzen. (sw)

Fazit

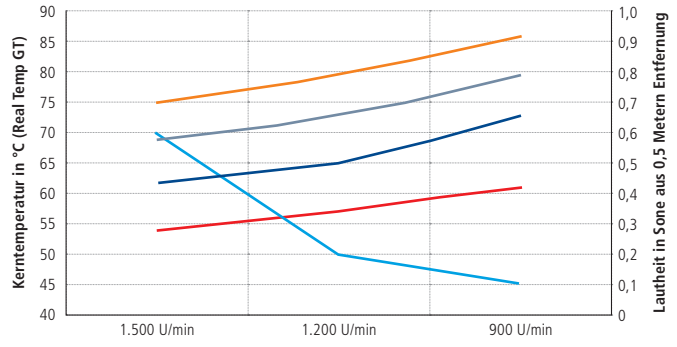
Hexacore-Kühler LMX Leggera

Ob flüsterleiser Betrieb bei 130 Watt TDP oder niedrige Temperaturen auch bei starker Überspannung – der LMX Superleggera präsentiert sich als Allrounder, der mit unterschiedlichen Belüftungskonzepten harmoniert und einen Sechskerner zuverlässig kühlt. Falls Sie sich weder dem Silent-Lager noch der Übertakterfraktion zugehörig fühlen, bietet der Flüssigmetallkühler allerdings nichts, mit dem nicht auch deutlich günstigere CPU-Kühler schon aufwarten. Ärgerlich bleibt die Festlegung auf AMD- oder Intel-CPUs.

Sie könnten unterschiedlicher nicht sein: Die Delta-Ventilatoren sind extrem kraftvoll, laut und besonders dick, die leisen Silent-Wings-Lüfter sind teilweise gummiert.

Kühleffizienz: Ein Be quiet Silent Wings PWM

Kerntemperaturen und Lautheit in Core Damage mit Danamics LMX Superleggera



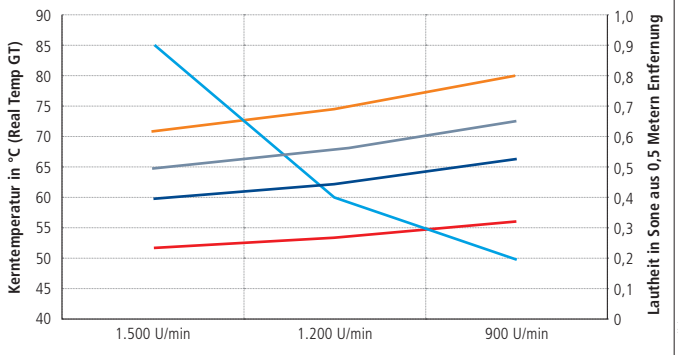
1,15 Volt, LLC* an | Auto-Spannung | 1,30 Volt, LLC* an | 1,35 Volt, LLC* an | Lautheit

System: Core i7-980X, EKL Alpenföhn Schneekanone, Zalman ZM-MFC3, Messwerte normiert auf 20 °C Raumtemperatur

*Loadline-Calibration

Kühleffizienz: Zwei Be quiet Silent Wings (PWM + PCGH-Ed.)

Kerntemperaturen und Lautheit in Core Damage mit Danamics LMX Superleggera



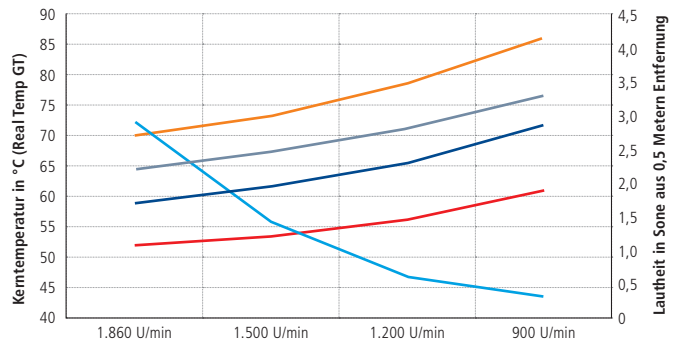
1,15 Volt, LLC* an | Auto-Spannung | 1,30 Volt, LLC* an | 1,35 Volt, LLC* an | Lautheit

System: Core i7-980X, EKL Alpenföhn Schneekanone, Zalman ZM-MFC3, Messwerte normiert auf 20 °C Raumtemperatur

*Loadline-Calibration

Kühleffizienz: Ein Silenx Ixtrema IX-12025-DNM

Kerntemperaturen und Lautheit in Core Damage mit Danamics LMX Superleggera



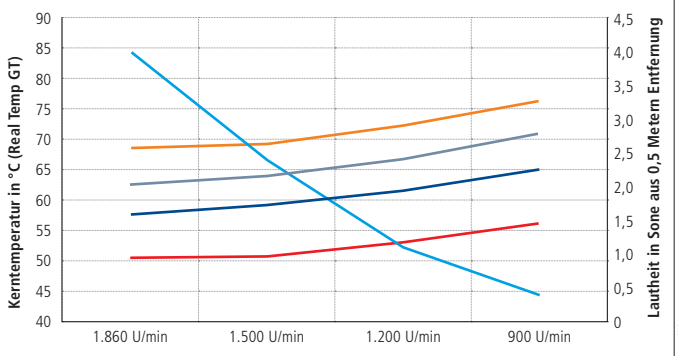
1,15 Volt, LLC* an | Auto-Spannung | 1,30 Volt, LLC* an | 1,35 Volt, LLC* an | Lautheit

System: Core i7-980X, EKL Alpenföhn Schneekanone, Zalman ZM-MFC3, Messwerte normiert auf 20 °C Raumtemperatur

*Loadline-Calibration

Kühleffizienz: Zwei Silenx Ixtrema IX-12025-DNM

Kerntemperaturen und Lautheit in Core Damage mit Danamics LMX Superleggera



1,15 Volt, LLC* an | Auto-Spannung | 1,30 Volt, LLC* an | 1,35 Volt, LLC* an | Lautheit

System: Core i7-980X, EKL Alpenföhn Schneekanone, Zalman ZM-MFC3, Messwerte normiert auf 20 °C Raumtemperatur

*Loadline-Calibration

Mehrleistung dank besserer Kühlung

VGA-Kühler im OC-Test

Aktuellen Grafikkarten lässt sich durch Overclocking zusätzliche Leistung entlocken. Wir testen, ob eine leistungsstärkere Kühlung für bessere Ergebnisse beim Übertakten sorgt.

Aktuelle Grafikkarten verfügen im Auslieferungszustand über ein OC-Potenzial, das man sich ohne großen Aufwand zunutze machen kann. Doch spielt die Wärmeentwicklung dabei eine große Rolle, denn aktuelle Grafikkarten können unter Last eine nicht unwesentliche Abwärme entwickeln. Wir nehmen mehrere Luft- und Wasserkühlmöglichkeiten unter die Lupe und prüfen, inwieweit sich die Leistung durch einen besseren Kühler und eine höhere Spannung steigern lässt.

Wie Sie die Spannung des Grafikchips steigern, zeigt der Artikel „Grafikkarten übertakten“ auf den vorherigen Seiten.

Testkandidaten

Für unsere Tests greifen wir jeweils auf High-End-Single-GPU-Grafikkarten von Nvidia und AMD zurück: die Nvidia Geforce GTX 285 und Atis Radeon HD 5870. Dabei könnten beide Karten kaum unterschiedlicher sein. Bei der Radeon HD 5870 von MSI handelt es sich um eine Karte, die vollständig dem Referenzdesign entspricht. Auch die Taktraten von 850/2.400 (Chip/Speicher) MHz sind Standard. Serienmäßig läuft die Karte mit einer GPU-Spannung von 1,162 Volt.

Die verwendete Geforce GTX 285 SSC (Super Super Clocked) mit zwei GiByte stammt von EVGA und ist von Haus aus übertaktet. Gegenüber dem Standard von 648/1.476/1.242 MHz (Chip/Shader/RAM) taktet die Karte mit 702/1.584/1.224 MHz. Der Speicher taktet aufgrund der doppelten Menge etwas niedriger. EVGA erhöht bei der Geforce GTX 285 SSC die Spannung der GPU, um einen höheren Takt zu erreichen. Anstatt mit einer Spannung von 1,16 Volt arbeitet die Karte mit 1,23 Volt. Der Kühler entspricht allerdings dem Referenzdesign. Anhand der Geforce GTX 285 von EVGA lässt sich daher gut prüfen, wie viel Potenzial in einer ab Werk übertakteten Karte steckt. Zusätzlich verfügen beide Testkandidaten über eine Backplate auf der Rückseite, die für eine bessere Kühlleistung sorgen soll. Das Grafik-RAM befindet sich bei beiden Karten allerdings auf der Vorderseite.

Testbedingungen

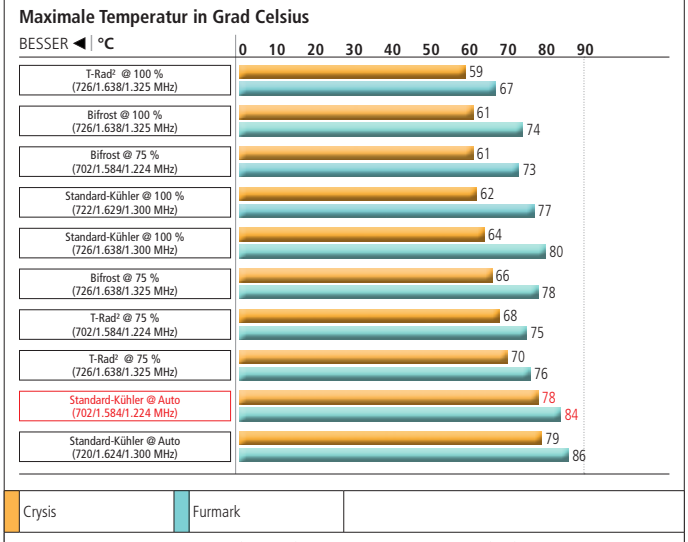
Die für den Test verwendeten Karten prüfen wir mit dem Standard-Kühler und einem optionalen Luftkühler wie dem Thermalright T-Rad², Xigmatek Bifrost oder Arctic-Cooling Accelero Twinturbo Pro. Der T-Rad² wird bei den Tests mit zwei Scythe S-Flex 92 mm (1.500 U/min) ausgestattet. Die Radeon HD 5870 wird zudem mit einem EK Water Blocks EK-FC5870 auf ihr Overclocking-Potenzial geprüft. Der Kühlkreislauf ist nur für die Grafikkarte zuständig. Als Radiator haben wir einen Phobya G-Changer 360 Rev. 1.2 genutzt, welcher mit drei Scythe S-Flex (1.200 U/min) ausgestattet war. Die Temperaturen haben wir mittels MSI Afterburner aufgezeichnet und nach der Messung ausgelesen.

Der Fokus dieses Tests liegt darauf, zu prüfen, ob durch einen besseren Kühler bei gleicher Spannung höhere Taktraten erreicht werden. Zudem untersuchen wir, wie sich die verschiedenen Kühler bei erhöhter Spannung verhalten.

Spiel mit den Spannungen

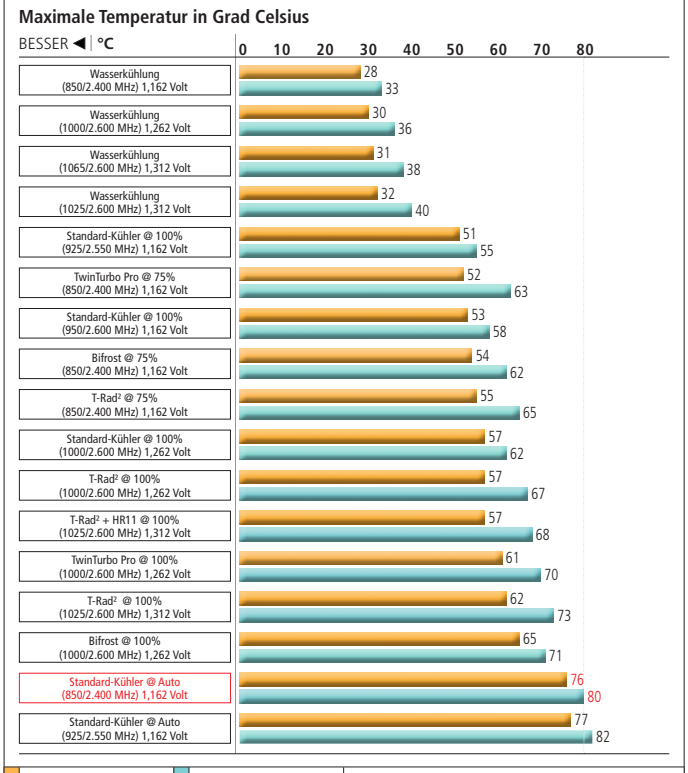
Das Spiel mit der GPU-Spannung lässt sich gut mit der Kraftstoffzufuhr beim Auto vergleichen: Bekommt der Motor mehr Benzin zugeführt, so ist er in der Lage, etwas mehr Leistung zu erbringen. Gleiches gilt auch bei Grafikkarten. Durch eine höhere Spannung lässt sich die GPU höher takten und bringt somit mehr Leistung. Allerdings sollte man es nicht übertreiben. Zu viel Spannung kann den

Temperaturen: Geforce GTX 285



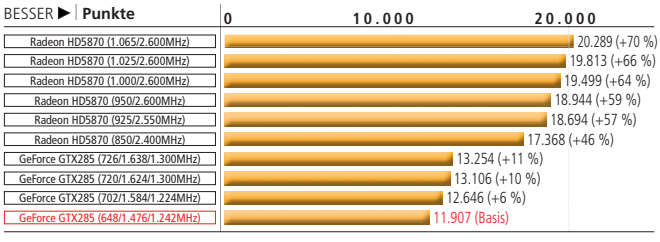
System: Intel Core i7-920 @ 3,0 GHz (200 x 15), 3 x 2 GiByte DDR3-1600-RAM (CL6); Win 7 x64, Catalyst 9.12/ Geforce 195.62 **Bemerkungen:** Auf der Geforce GTX 285 sorgen T-Rad² und Bifrost für niedrige Temperaturen. Der Standardkühler ist mit 100 Prozent Lüfterdrehzahl unterträglich laut.

Temperaturen: Radeon HD5870



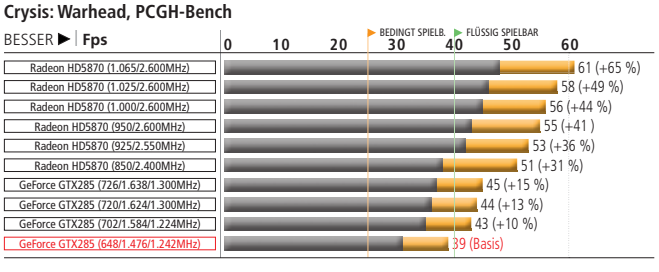
System: Intel Core i7-920 @ 3,0 GHz (200 x 15), 3 x 2 GiByte DDR3-1600-RAM (CL6); Win 7 x64, Catalyst 9.12/Geforce 195.62 **Bemerkungen:** Der T-Rad² ermöglicht mit 1.025/2.600 MHz die höchste Übertaktung der getesteten Luftkühler.

3DMark Vantage: GPU-Test



System: Intel Core i7-920 @ 3,0 GHz (200 x 15), 3 x 2 GiByte DDR3-1600-RAM (CL6); Win 7 x64, Catalyst 9.12/ Geforce 95.62 **Bemerkungen:** Die Geforce GTX 285 legt durch Overclocking maximal 11,3 Prozent zu. Die Leistung von Atis Radeon HD 5870 steigt dank Overclocking um 16,8 Prozent.

Spiel-Leistung: Crysis Warhead



System: Intel Core i7-920 @ 3,0 GHz (200 x 15), 3 x 2 GiByte DDR3-1600-RAM (CL6); Win 7 x64, Catalyst 9.12/ GeForce 195.62 **Bemerkungen:** Mit entsprechender Kühlung wird Atis Radeon HD 5870 per Overclocking um 19,6 Prozent schneller. Nvidias Geforce GTX 285 kann um 15,4 Prozent zulegen.

Grafikchip zerstören – gehen Sie daher vorsichtig vor.

Gerade wenn der Standardkühler zum Einsatz kommt, ist eine höhere Spannung möglicherweise kritisch. Grundsätzlich sorgt auch hier eine höhere Spannung für bessere Taktraten, doch gibt es einen limitierenden Faktor: die Temperatur. Durch eine höhere Spannung steigt auch die Abwärme, die abgeführt werden muss. Dazu ist es meistens nötig, die Drehzahl des Lüfters zu erhöhen. Oft entscheidet die Temperatur der GPU über die Taktrate. Je kühler die Karte ist, desto größer ist die Chance auf ein besseres Ergebnis.

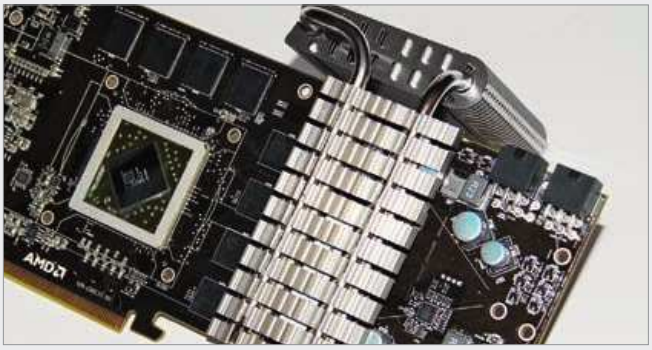
Allerdings sollten Sie die Spannung mit dem Standardkühler maximal um 0,1 Volt erhöhen. Denken Sie vorher daran, die Drehzahl des Lüfters manuell zu erhöhen. Der nächste Systemabsturz ist sonst schon programmiert. Eine höhere Spannung ist erst bei alternativen Luftkühlern oder Wasserkühlern unbedenklich. Gerade bei Karten, die mit einer von Haus aus höheren Spannung laufen, wie einer Radeon HD4890, die mit 1,312 V arbeitet, kann die Wärmeentwicklung schnell zum Problem werden.

OC mit Standardkühler

Mit dem standardmäßigen Kühler lässt sich unsere Radeon HD5870 bei automatischer Drehzahlsteuerung und Standardspannung maximal mit 925/2.550 MHz betreiben. Die GPU wird bei *Crysis* maximal 76 Grad Celsius warm. Bei 100 Prozent Lüfterdrehzahl sind es nur 51 Grad. Durch die gewonnene Kühlleistung erreicht die Karte auch höhere Taktraten. So sind bei 100 Prozent Lüfterdrehzahl und der Standardspannung von 1,1625 Volt maximal 950/2.600 MHz möglich. Durch die höhere Drehzahl bringt der Standardkühler eine deutlich bessere Kühlleistung und ermöglicht so 25 MHz mehr GPU- und 50 MHz mehr Speichertakt. Diese Extraleistung offenbart in der Praxis allerdings einen großen Nachteil: die enorme Lautstärke. Die gewonnene Kühlleistung kann auch dazu genutzt werden, die Spannung der GPU zu erhöhen. Eine Erhöhung um 0,1 Volt (von 1,1625 Volt auf 1,2625 Volt) ermöglichte im Test stabile 1.000/2.600 MHz. Die Temperatur im Spielbetrieb stieg dabei um nur 4 Grad an.

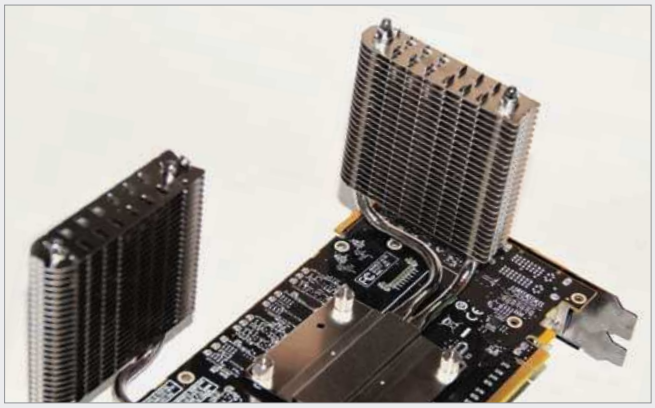
Die Geforce GTX 285 verhält sich analog. Mit automatischer Lüftersteuerung lässt sich die Karte maximal mit 720/1.624/1.300 MHz (Chip-/Shader-/Speichertakt) stabil betreiben. Weitere Takterhöhungen führen jedoch zu Abstürzen. Mit 100 Prozent Lüfterdrehzahl ist eine weitere, minimale Taktsteigerung auf 726/1.638/1.300 MHz möglich. In Relation zur Radeon HD 5870 lässt sich der Takt der verwendeten Geforce GTX 285 nicht so stark steigern, was nicht zuletzt auch an der Werksübertaktung liegt. Durch den auf 100 Prozent laufenden Standardlüfter wird die Karte mit 726/1.638/1.325 ▷

Zusatzkühler für die Grafikkarte



Kühler für die Spannungswandler

Zusätzlich zu einem guten GPU-Kühler wird bei aktuellen Top-Grafikkarten auch ein Kühler für die Spannungswandler benötigt. Da diese unter Last relativ heiß werden, würde eine Karte ohne entsprechende Kühlung in der Praxis nicht lange stabil laufen. Bei aktuellen Radeon-Karten sorgen die VRM-Kühler von Thermalright für Abhilfe. Die speziellen Modelle passen bei allen HD-4870-/HD-4890-/HD-5850- und HD-5870-Karten, die dem Referenzdesign entsprechen. Für Grafikkarten der aktuellen Geforce-Serie gibt es leider keine passenden Kühler. Hier müssen Sie auf kleine Kühlbausteine zurückgreifen, wie sie etwa für den Grafikspeicher vorgesehen sind.



Kühler für die Grafikkartenrückseite

Um die Kühlleistung noch weiter zu optimieren, bietet Thermalright den HR-11 an. Dabei handelt es sich um einen Backside-Kühler, der auf der Rückseite montiert wird. Mittels Wärmeleitpad soll er die Abwärme auf der Rückseite der GPU aufnehmen und abführen. So lässt sich die Temperatur der GPU noch weiter senken. Allerdings kann es mit verbautem HR-11 zu Kompatibilitätsproblemen kommen. Prüfen Sie also vorher, ob der Kühler bei Ihnen passt und nicht mit anderen Kühlern, etwa einer aufwendigen Northbridge-Kühlung, kollidiert.

MSIs Afterburner hat sich als Allzweckwerkzeug erwiesen: Sie können nicht nur Spannung und Taktraten ändern, sondern auch alle wichtigen Werte auslesen.

MHz im *Crysis*-Test maximal 67 Grad warm.

Anhand unserer Messungen lässt sich deutlich erkennen, dass beide getesteten Karten von einer höheren Lüfterdrehzahl profitieren und sich mit leicht gesteigerten Taktraten betreiben lassen. Allerdings ist diese Konstellation für den Alltag nicht zu gebrauchen. Die extreme Lautstärke des Kühlers ist kaum zu ertragen. Alternative Luftkühler sorgen für Abhilfe.

OC mit Luftkühler

Alternative Luftkühler haben allerdings auch einen Nachteil: Bei aktuellen Grafikkarten wird nicht nur die GPU sehr warm, sondern auch die Spannungswandler. Diese benötigen einen extra Kühlkörper, da die Grafikkarte sonst nicht stabil zu betreiben ist. Für Atis HD-5800-Serie bietet Thermalright spezielle Kühlkörper an, die auch bei unseren Tests zum Einsatz kommen (siehe Bilder links). Leider stand uns für den Test kein passender Spannungswandlerkühler für die Geforce GTX 285 zur Verfügung. Daher greifen wir hier auf kleine selbstklebende Kühler zurück, die eigentlich für Speicherchips gedacht sind. Ohne eine zusätzliche Kühlung der Spannungswandler stürzt die Karte nach wenigen Sekunden im Spielbetrieb ab.

Nvidias Geforce GTX 285 profitiert stark von alternativen Luftkühlern: Mit verbautem Xigmatek Bifrost und einer Lüfterdrehzahl von 100 Prozent wird die Karte im Spielbetrieb bei 726/1.638/1.325 MHz maximal 61 Grad warm. Eine Taktsteigerung ist trotz der gewonnenen Kühlleistung nicht möglich. Atis Radeon HD 5870 kann durch einen alternativen Luftkühler indirekt bei den maximalen Taktraten zulegen. Auch wenn die Temperatur durch einen anderen Kühler fällt, reicht diese nicht aus, um der Karte bei gleicher Spannung ein paar MHz mehr zu entlocken. Die gewonnene Kühlleistung kann allerdings für eine weitere kleine Spannungserhöhung von 0,05 Volt (von 1,2625 Volt auf 1,3125 Volt) genutzt werden. Durch die Erhöhung der Spannung ist es möglich, die Karte stabil mit 1.025/2.600 MHz zu betreiben. Eine weitere Spannungserhöhung auf 1,35 Volt brachte keine besseren Ergebnisse, da die Karte aufgrund der hohen Temperatur nicht mehr stabil lief.

OC mit Wasserkühler

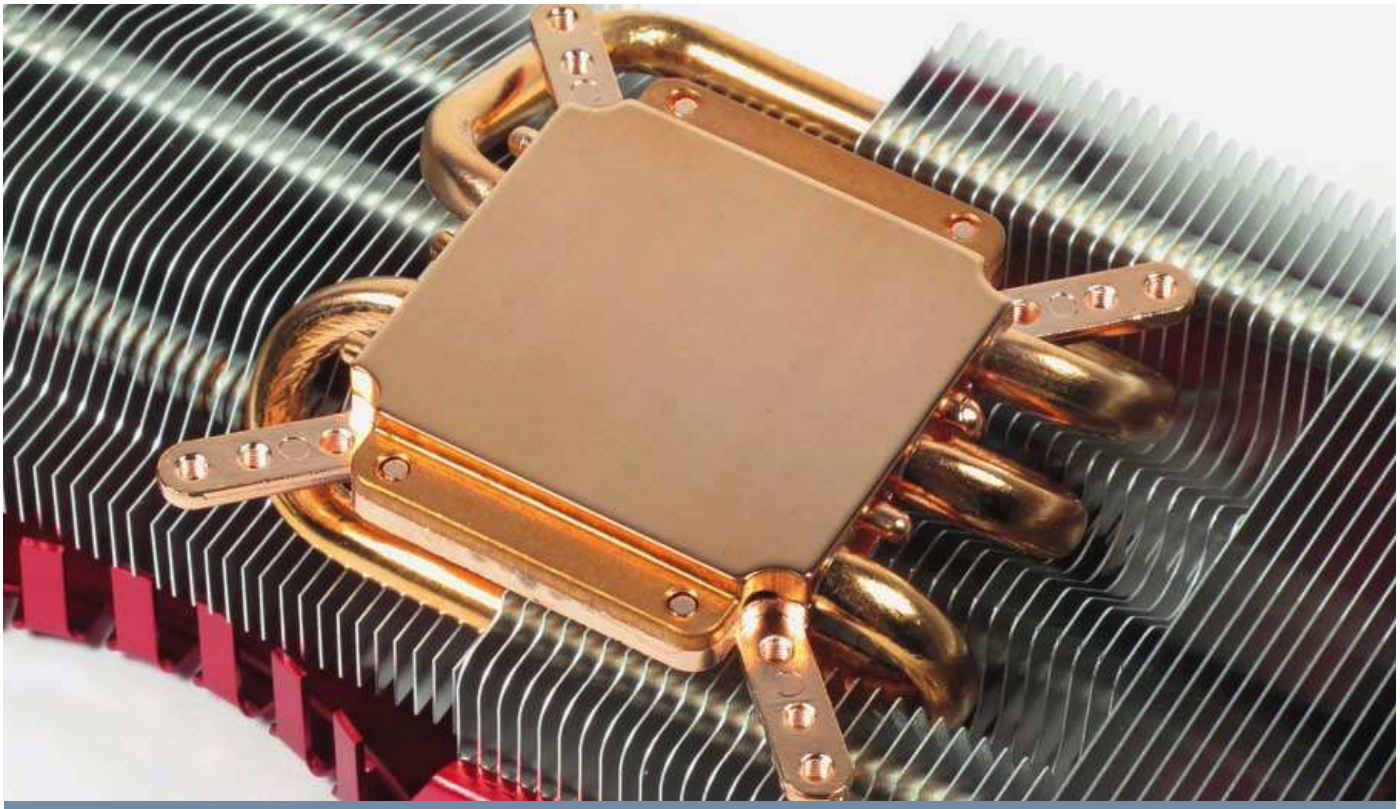
Da sich bei der Radeon HD 5870 durch einen alternativen Luftkühler die Taktraten indirekt steigern ließen, haben wir ausprobiert, ob sich diese Werte mit einem Wasserkühler noch verbessern lassen. Dank der Wasserkühlung ist es in der Tat möglich, die Karte bei gleicher Spannung deutlich besser zu übertakten. Der Grafikkarte kommt die geringere Temperatur deutlich zugute. Bei einer Spannung von 1,3125 Volt lässt sich der GPU-Takt um weitere 40 MHz steigern. Im Spielbetrieb wird die Radeon HD 5870 mit 1,3125 Volt und 1.065/2.600 MHz maximal 32 Grad warm. Mit alternativer Luftkühlung ließ sich die Karte nur bis 1.025/2.600 MHz betreiben. Der Speicher macht allerdings grundsätzlich bei 2.600 MHz dicht – eine höhere Taktfrequenz führt trotz der Wasserkühlung bei unseren Stabilitätstests zu Abstürzen.

Fazit

Die Frage, ob eine bessere Kühlung zu besseren Overclocking-Ergebnissen führt, lässt sich eindeutig mit „Ja“ beantworten. Auch wenn ein alternativer Luftkühler bei gleicher Spannung keine höheren Taktraten ermöglicht, profitiert die Karte durch die niedrigere Temperatur. Diese wiederum lässt eine Erhöhung der Spannung zu, was in Relation eine weitere Taktsteigerung ermöglicht.

Der Standardkühler ist daher nur bedingt geeignet, da er sich seine Leistung durch eine extreme Lautstärke erkauft. Hier liegt der klare Vorteil alternativer Luftkühler wie dem Xigmatek Bifrost oder dem Arctic-Cooling Accelero Twinturbo Pro auf der Hand: Sie erbringen teilweise die gleiche oder deutlich bessere Kühlleistung als der Standardkühler bei einer geringeren Lautstärke.

Das ganze OC-Potenzial lässt sich aber nur mit einer Wasserkühlung freisetzen. Bei gleicher Spannung war es dank Wasserkühlung möglich, die Radeon HD 5870 um weitere 40 MHz zu übertakten. Wer seine Grafikkarte also weit übertakten und dennoch eine leise Kühlung will, sollte über die Anschaffung eines alternativen Kühlers nachdenken. Um das OC-Potenzial merklich zu steigern, sollte es allerdings schon eine leistungsstarke Wasserkühlung sein. *(jr)*



Drei neue VGA-Luftkühler im Test

VGA-Kühlung am Limit

Vor Kurzem sind neue Grafikkartenkühler für aktuelle Radeon- und Geforce-Modelle erschienen. PC Games Hardware testet die Kaltmacher in der Spielepraxis.

Im Schwergewichtsboxen gilt seit Jahrzehnten ein Gesetz: „They never come back!" Im Grafikkartenkühlermarkt sah es bisher ähnlich aus, einstige Platzhirsche wie Thermalright und Zalman wurden von Scythe und Prolimatech übertrumpft. Nun ändern beide Schwergewichte ihr Design-Konzept, um wieder vorne mitzumischen, zudem erweitert Arctic Cooling seine Extreme-Serie um ein 5870-Modell. Wir haben uns die neuen VGA-Kühler ins Testlabor geholt, um herauszufinden, ob die Altmeister ihr Handwerk noch beherrschen.

Testmethoden

Sofern möglich, testen wir neue VGA-Kühler auf einer übertakteten Radeon HD 5850 samt angehobener GPU-Spannung, die Leistungsaufnahme und die Temperaturen bewegen sich durch diese Modifikationen leicht über denen einer Radeon HD 5870. Jeder Kühler muss 30 Minuten lang den *Crysis*-„Ice"-Benchmark durchlaufen, per GPU-Z protokollieren wir die Temperaturen des Chips und der drei GPU-Wandler, je nach Kühler auch die Lüfterdrehzahl. Nicht mit in die Wertung geht der 10-minütige Furmark-Stresstest (v1.6.5) ein, der Karte und verbaute Kühler ans Limit treibt – spätestens hier trennt sich die Spreu vom Weizen.

Thermalright Spitfire plus VRM-R5: Fast perfekte Kühler-Kombi mit enormen Ausmaßen. Nachdem Thermalright die HR-03-Serie mit dem GTX-Modell vorerst beerdigt und sich der T-Rad² zwar als gut, aber nicht als sehr gut erwiesen hat, wenden sich die Taiwaner außergewöhnlicheren Produkten zu: Der Spitfire basiert auf einem nahezu quadratischen, wuchtigen Lamellenkörper, die Rippen selbst stehen 2 Millimeter auseinander und sind zum Teil zugunsten einer größeren Oberfläche gegenläufig. In den Lamellen stecken im Abstand von 2,5 bis 3 Zentimetern insgesamt sechs 6-mm-Heatpipes, die in einer doppelseitig planen Bodenplatte enden. Dies ermöglicht eine Montage des Kühlers in zwei Richtungen – dazu später mehr. Mit im Karton liegen zwei Dutzend VRAM/RAM-Kühler zum Aufkleben, eine Spritze Chillfactor-Wärmeleitpaste und Klammern für einen 120- oder 140-mm-Lüfter. Das werkzeuglose Montagematerial umfasst nur ein Retention-Modul für Grafikkarten mit 75-mm-Lochdiagonale; weitere Kits, zum Beispiel für die Geforce GTX 400, sind aber nachrüstbar. Ebenfalls mitgeliefert wird eine Halterung, die den Kühler per Schienen am Mainboard-Tray fixiert.

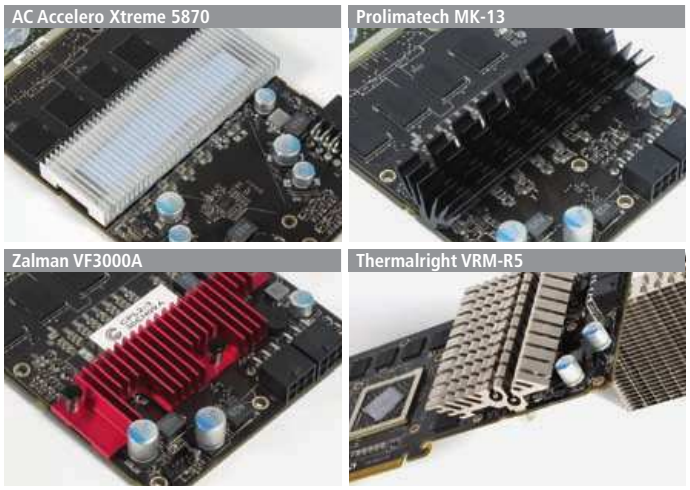
Der VRM-R5 ist, wie sein Name bereits andeutet, die fünfte Ausbaustufe der Thermalright'schen Spannungswandlerkühler (Voltage Regulator Modules, kurz VRM). Das Zubehör umfasst das Montagematerial sowie Lüfterklammern für einen 80-Millimeter-Propeller. Die Montage der beiden exzellent verarbeiteten Kühler erfolgt ohne Werkzeug und ist sauber dokumentiert. Der Spitfire erlaubt allerdings eine Ausrichtung gen CPU-Sockel oder nach unten. Letztere Option ist von Thermalright eigentlich nicht vorgesehen, der Spitfire benötigt hierbei mehr als fünf ▷

Bonusmaterial

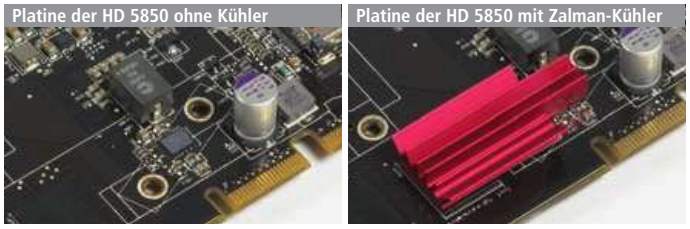
www

Bonuscode
2778

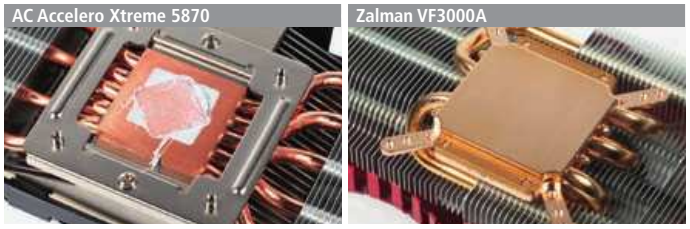
Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.



Egal ob Arctic Cooling, Prolimatech, Zalman oder Thermalright: Die Hersteller haben endlich verstanden, dass eine gute Kühlung der Spannungswandler sehr wichtig ist.

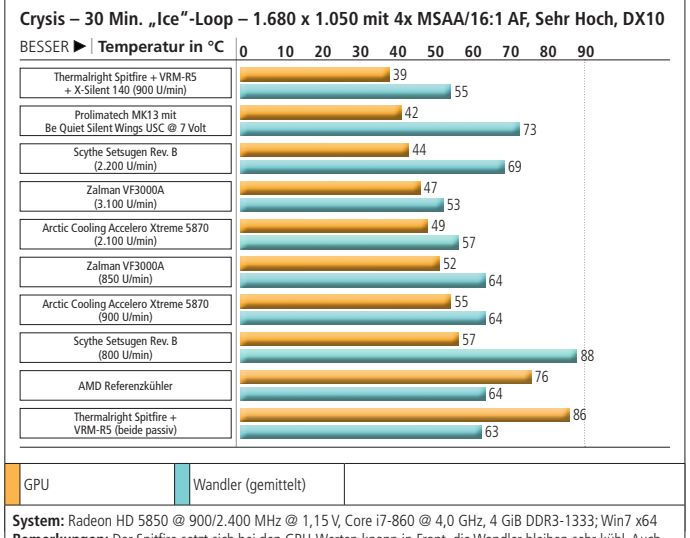


Im Zubehör des Zalman VF3000A liegt ein spezieller Baustein bei, der nicht nur den VRAM, sondern auch den einsamen I/O-Wandler daneben abdeckt – sehr gut.



Die MX2-Paste auf dem Xtreme 5870 wäre besser diagonal aufgebracht worden. Der VF3000A bietet viele Bohrungen, diese Kompatibilität gibt Zalman jedoch nicht an.

Temperaturen: Thermalright klar in Front



System: Radeon HD 5850 @ 900/2.400 MHz @ 1,15 V, Core i7-860 @ 4,0 GHz, 4 GiB DDR3-1333; Win7 x64
Bemerkungen: Der Spitfire setzt sich bei den GPU-Werten knapp in Front, die Wandler bleiben sehr kühl. Auch der AC Xtreme 5870 überzeugt auf der ganzen Linie, der Zalman VF3000A ist noch einen Tick kühler.

PCI-Slots und wird nicht fixiert. Richten Sie den Spitfire gen Prozessor aus, müssen Sie im Besitz eines maximal 11,5 Zentimeter hohen CPU-Kühlers sein (inklusive Lüfter) – in der Praxis kommen daher nur vertikale Modelle infrage. Neben Intels respektive AMDs Boxed-Modellen eignen sich unter anderem der von uns für den Test verwendete Noctua NH-C12P sowie Thermalrights AXP-140. Der VRM-R5 ragt zwingend Richtung Sockel, wenn Sie diesen mit einem anderen VGA-Kühler kombinieren, sind auch Tower-CPU-Kühler unproblematisch. So oder so fühlt sich die Thermalright-Kombo in einem Gehäuse mit perforierter Seitenwand oder einem einblasenden Lüfter in selbiger am wohlsten; samt der Radeon wiegt die Konstruktion übrigens fast 1,2 Kilogramm.

Im offenen Aufbau mit einem Noctua NH-C12P lässt der Spitfire in Kombinationen mit dem hauseigenen X-Silent 140 (140 mm bei 900 U/min und 0,6 Sone) seine Muskeln spielen und verweist die bisherige Referenz, den Prolimatech MK-13, knapp auf die Plätze. Der VRM-R5 erbringt exzellente Wandler-Temperaturen, wobei dies bei der großen Oberfläche des Kühlers keine Kunst ist. Im Ozone3D Furmark bleibt die Cypress-GPU bei unter 50, die Wandler bei unter 80 Grad Celsius. Zumindest Spiele sind auch passiv möglich, der Chip erreicht hier jedoch bereits knapp 90 Grad Celsius. Fazit: Der VRM-R5 ist eine geniale Detaillösung, der Spitfire dagegen nur bei passenden Infrastruktur empfehlenswert. PC-Cooling bietet die Thermalright-Kombi samt Lüfter für 78 Euro an.

Arctic Cooling Accelero Xtreme 5870: Schweizer Brocken mit Schwächen. Die Xtreme-Serie ist seit jeher (bis auf Ausnahmen) für nur eine einzige Karte geeignet, in diesem Fall die Radeon HD 5870 – bei einer HD 5850 im Referenzdesign kollidiert der Accelero mit der Abdeckung der DVI-Anschlüsse. Fündig wurden wir bei Asus' HD 5850/5830 Direct-Cu mit eigener Platine, hier passt der Xtreme. Die Inkompatibilität ist der schieren Größe des 674 Gramm schweren Acceleros geschuldet: Drei 92-mm-Lüfter und fünf kupferne Heatpipes erstrecken sich über fast 29 Zentimeter, diese Konstruktion verlängert sogar eine Radeon HD 5870 etwas. Die Propeller sind PWM-gesteuert und werden direkt ans PCB der Grafikkarte angeschlossen, eine manuelle Regelung ist also möglich. Wenn Sie die Propeller wechseln möchten, achten Sie auf die Lamellen! Diese sind teils sehr scharf. Auf der Bodenplatte ist bereits MX2-Wärmeleitpaste aufgetragen, für die Spannungswandler sieht Arctic Cooling einen eigenen Kühler vor. Dieser nutzt ein Wärmeleitpad als Kontaktmittel und wird verschraubt, fällt aber vergleichsweise klein aus. Die Montage geht schnell und einfach von der Hand, die Anleitung ist deutsch und bebildert. Allerdings sollten Sie die Schrauben nicht mit Gewalt eindrehen, das Gewinde dreht bis zum Tod der Karte weiter. Vorbildlich: Der I/O-Wandler der Radeon HD 5850/5870 nahe der Blende wurde nicht vergessen.

In der Praxis wird der kleine VRM-Kühler zumindest im Spielebetrieb nicht zur Achillesferse des Accelero: Mit automatischer Lüftersteuerung säuselt der Xtreme bei praktisch unhörbaren 0,1 Sone vor sich hin (einzig ein minimales Schleifen ist zu hören), Chip und Wandler bleiben sehr kühl. Mit voller Drehzahl röhren die Lüfter mit lauten 2,8 Sone – die Temperaturen aber sinken nicht sehr stark. Lediglich im Furmark sind die vollen 2.000 U/min erforderlich, ansonsten erreichen die Spannungswandler schnell über 100 Grad Celsius. Fazit: Der Xtreme passt bis auf wenige Ausnahmen nur auf die Radeon HD 5870, dafür ist er für diese nahezu ideal. Nur die unter extremer Last zu hohen Wandler-Temperaturen trüben das ansonsten sehr gute Bild.

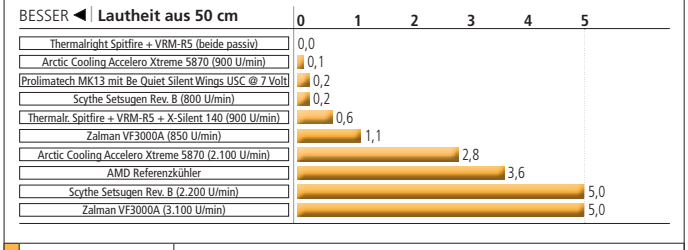
Zalman VF3000A: Roter Koreaner mit typischen Stärken und Schwächen. Den VF3000 bietet Zalman in einer A-, einer F- und einer N-Version an. Erstere ist für AMDs Radeon HD 5800 (A für AMD) gedacht, zweitere für Nvidias Geforce GTX 400 (F für Fermi) und Letztere für die Geforce GTX 200 (N wie Nvidia). In der Praxis ist der Kühler beider Modelle jedoch nahezu der gleiche: Ein (je nach Modell versetzter) Kupferboden führt die Wärme an fünf Heatpipes ab, diese stecken in quer gereihten Aluminium-Lamellen. Obenauf thronen erstmals in der Zalman-Historie zwei 92-mm-Lüfter, die im Betrieb gelegentlich klappernde Abdeckung ist entweder rot oder schwarz. Die Bohrungen in den Halteärmchen und die Aus-

maße des Kühlers erlauben – egal ob VF3000A oder VF3000N – beispielsweise auch eine Montage auf Nvidias neuen Geforce GTX 400 und AMDs Radeon HD 4800. Warum Zalman die Kompatibilität unnötig einschränkt, ist uns nicht klar. Wahrscheinlich schlicht aufgrund des Zubehörs, das abgesehen von der „Fan Mate"-Lüftersteuerung auf die jeweils angegebenen Grafikkarten ausgelegt ist: So liegt der A-Version ein per Push-Pins zu befestigender Kühler für die Spannungswandler bei, ein aufklebbarer Baustein ist zudem auf den I/O-Wandler abgestimmt. Die werkzeuglose Montage könnte kaum simpler sein, Zalman verwendet zudem Wärmeleitpaste statt eines Pads für den großen Spannungswandlerkühler. Im Gegensatz zu den meisten anderen aufzuklebenden Kühlern halten die von Zalman selbst ohne Reinigung der Bauteile bombenfest.

Im Betrieb macht der Zalman trotz niedrigster Drehzahl (850 U/min) mit 1,1 Sone auf sich aufmerksam. Mit vollen Touren sind es unerträgliche 5,0 Sone – typisch für Zalman neigen die Lüfter zum Schleifen, die Abdeckung vibriert teils hörbar. Dafür stimmen die Temperaturen: 52 (GPU) beziehungsweise 64 Grad Celsius (Wandler) bei 850 U/min sind nicht schlecht, höhere Drehzahlen senken vor allem die Werte der Wandler. Zumindest im Furmark ist dies auch nötig, hier überschreiten die hitzigen Bauteile die 100-Grad-Marke knapp. Sollten Sie Ihre HD 5850 samt Zalman-Kühler wieder ausbauen, werden Sie mit schwer erreichbaren PCI-E-Steckern konfrontiert. Fazit: Der VF3000A ist nicht der leiseste Kühler, dafür stimmen Zubehör und Leistung sowie Kompatibilität. *(ms/cb)*

Lautheit: AC bietet den leisesten aktiven Kühler

Crysis – „Ice"-Loop – 1.680 x 1.050 (4x MSAA/16:1 AF), Sehr hoch, Direct X 10



System: Radeon HD 5850 @ 900/2.400 MHz @ 1,15 V, Core i7-860 @ 4,0 GHz, 4 GiB DDR3-1333; Win7 x64
Bemerkungen: Arctic Coolings Xtreme agiert nahezu unhörbar, die passive Thermalright-Kombo ohnehin. Der VF3000A ist selbst bei niedrigster Drehzahl hörbar, mit über 3.000 U/min dröhnt er mit lauten 5,0 Sone.

Fazit

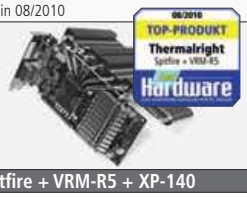
VGA-Luftkühler

Die Thermalright-Kombo aus Spitfire und VRM-R5 erkauft sich den Platz an der Sonne durch eine hohe Inkompatibilität, der Arctic Cooling Accelero Xtreme 5870 ebenfalls. Dennoch sind beide Kühler für sich gesehen gelungene Produkte mit geringen Schwächen, die wir empfehlen können. Der Zalman-Kühler zeigt sich typisch etwas lauter, die kuriosen Kompatibilitätsangaben sind unverständlich. Davon abgesehen ist aber auch der VF3000A eine Empfehlung wert.

Im eingebauten Zustand überragen der Thermalright Spitfire und der VRM-R5 den CPU-Sockel, ein flacher Vertikal-Kühler ist daher bei dieser Ausrichtung erforderlich.

VGA-KÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 16 Wertungskriterien

	Test in 08/2010	Test in 04/2010	Test in 08/2010	Test in 08/2010
				
Produkt	**Spitfire + VRM-R5 + XP-140**	**MK-13**	**Accelero Xtreme 5870**	**VF3000A**
Hersteller	Thermalright	Prolimatech	Arctic Cooling	Zalman
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 90,-/befriedigend	Ca. € 50,- (ohne Lüfter)/gut	Ca. € 35,-/sehr gut	Ca. € 40,-/gut
Webseite, Bezugsquelle	www.thermalright.com, www.pc-cooling.de	www.prolimatech.com, www.caseking.de	www.arctic-cooling.com, www.alternate.de	www.zalman.com, www.alternate.de
Ausstattung (20 %)	**1,90**	**2,38**	**1,93**	**1,85**
Lieferumfang	24 x VRAM/RAM-Kühler, VRM-Kühler für Radeon HD 5800, Chillfactor-Wärmeleitpaste, Lüfterklammern	26 x VRAM- bzw. VRM-Kühler, VRM-Kühler für Radeon HD 5800, Standard-Wärmeleitpaste, PCI-Blende für bis zu 4 x 92- oder 4 x 120-mm-Lüfter oder 1 x 140-mm-Lüfter (entkoppelt)	VRAM/RAM-Kühler, VRM-Kühler für Radeon HD 5800, MX2-Wärmeleitpaste	VRAM/RAM-Kühler, VRM-Kühler für Radeon HD 5800, Wärmeleitpaste, „Fan Mate"-Lüftersteuerung (5,1 bis 11,7 Volt)
Lüfter, Steuerung	Nicht im Lieferumfang enthalten, Lüfter frei wählbar	Nicht im Lieferumfang enthalten, Lüfter frei wählbar	3 x 92 mm (4-Pin-PWM), variabel (600 bis 2.000 U/min)	2 x 92 mm (3-Pin), variabel (850 bis 3.100 U/min)
Anleitung	Englisch, gebildert und ausführlich	Englisch, gebildert und ausführlich	Deutsch, gebildert und ausführlich	Englisch, gebildert und ausführlich
Eigenschaften (20 %)	**2,53**	**1,80**	**3,175**	**2,15**
Kompatibilität SGPU-Karten mit Referenzdesign	Geforce 8/9 (keine G80-Karten!), Radeon HD 3800, HD 4800, HD 5800	Geforce 8/9/GTX 200, Radeon HD 3800, HD 4800, HD 5700, HD 5800	Radeon HD 5870 (AMD Referenzdesign), diverse Radeon HD 5800 (Hersteller-Lösungen)	Radeon HD 5800, Radeon HD 3800, HD 4800, Geforce 8 (G92), GTX 200, GTX 400
Gewicht, belegte PCI-Slots	936 Gramm, keiner belegt	572 Gramm, 3 belegt	674 Gramm, keiner belegt	462 Gramm, keiner belegt
Montage, Befestigung	Einfach und schnell, stabile Verschraubung	Einfach und schnell, stabile Verschraubung	Einfach und schnell, stabile Verschraubung	Einfach und schnell, stabile Verschraubung
Praxis	Frei drehendes Gewinde, Schrauben auf der Rückseite stehen leicht über, verlängert das PCB um 2,7 cm, Kühler ragt über die CPU	Frei drehendes Gewinde, verlängert das PCB um 1,4 cm	I/O-Wandler wird gekühlt, frei drehendes Gewinde, VRAM-Kühler kleben nur mäßig, verlängert das PCB um 2,1 cm	I/O-Wandler wird gekühlt, limitiertes Gewinde, VRAM-Kühler kleben sehr gut, Schrauben auf der Rückseite stehen leicht über, PCI-E-Stecker werden verdeckt, Lüfter schleift bei niedriger Drehzahl, Kühler verlängert das PCB um 1,4 cm
Leistung im offenen Aufbau (60 %)	**1,30**	**1,40**	**1,60**	**2,00**
Verwendete Grafikkarte	Radeon HD 5850 @ 900/2.400 MHz (1,15 Volt)	Radeon HD 5850 @ 900/2.400 MHz (1,15 Volt)	Radeon HD 5870	Radeon HD 5850 @ 900/2.400 MHz (1,15 Volt)
Temperatur (GPU/VRMs)*	39 Grad Celsius/55 Grad Celsius	42 Grad Celsius/73 Grad Celsius	49 bis 55 Grad Celsius/57 bis 64 Grad Celsius	47 bis 52 Grad Celsius/53 bis 64 Grad Celsius
Lautstärke (aus 50 cm)	0,6 Sone [24 bB(A)] (mit Thermalright XP-140 @ 900 U/min)	0,2 Sone bzw. 20 bB(A)**	0,1 Sone [18 bB(A)] bei 900 U/min; 2,8 Sone [40 bB(A)] bei 2.100 U/min	1,1 Sone [30 bB(A)] bei 850 U/min; 5,0 Sone [48 bB(A)] bei 3.100 U/min
FAZIT	⊕ Exzellente Kühlung von Chip und VRMs ⊕ Hohe Kompatibilität, freie Lüfterwahl ⊖ Extrem hoher Platzbedarf, sehr schwer	⊕ Exzellente Kühlung von Chip und VRMs ⊕ Hohe Kompatibilität, freie Lüfterwahl ⊖ Magere Ausstatt., hoher Platzb., schwer	⊕ Sehr gute Chip-Kühl. VRMs nur passabel ⊖ Passt nur auf eine Radeon HD 5870 ⊖ Hohes Gewicht	⊕ Zalman-Zubehör, gute Kühlung ⊖ Vergleichsweise laute, schleifende Lüfter ⊖ Kompatibilität schlecht angegeben
	Wertung: **1,67**	Wertung: **1,68**	Wertung: **1,98**	Wertung: **2,00**

* Crysis „Ice", 30-Minuten-Loop, DX10 mit sehr hohen Details, 1.680 x 1.050 mit 4x MSAA/16:1 AF ** 1 x Be Quiet Silent Wings USC mit 7-Volt-Adapter

Bilder: Andre Klatt und Christian Beck

Kühl und leise – aber wie?

Wakü in der Praxis

Wir klären grundsätzliche Fragen und zeigen drei Beispielkonfigurationen für leistungsstarke Wasserkühlungen. Zudem testen wir fünf aktuelle CPU-Wasserkühler für den Sockel 1366.

Wir durchleuchten für Sie die Wakü-Preiskategorien und geben Anhaltspunkte für einen Einstieg in die Materie, von Kompaktkühlungen bis zum selbst gebauten Wasserkreislauf, der jederzeit erweitert werden kann.

Kompakte Kühlmethoden

Viele Anwender schrecken vor den Risiken einer Wasserkühlung zurück. Hier bietet der Markt Alternativen in Form kompakter, vormontierter Komplettkühlungen für die CPU. Interessante Produkte kommen von Corsair mit H50 und H70 sowie von CoolIT mit der A.L.C.-Serie. Preislich wie leistungstechnisch liegen diese Modelle auf einer Höhe mit High-End-Luftkühlern, also bei etwa 60 bis 70 Euro, bieten aber im Vergleich zu den immer größer werdenden Kühltürmen den Vorteil eines viel geringen Platzbedarfs im PC. Ein weiterer Vorteil: die gezielte Wärmeabfuhr aus dem Gehäuse. Umfangreiche Tests finden Sie im Wakü-Bereich unseres Forums www.pcghx.de.

Die richtige Auswahl

Wer eine Wasserkühlung plant, steht vor vielen offenen Fragen. Wir wollen Ihnen mit drei Beispielkonfigurationen vom Einsteiger- bis zum High-End-System einen Leitfaden an die Hand geben, wie Sie in der schier endlosen Auswahl an Komponenten die richtigen für Ihr Budget finden, und zusätzlich Aufrüstoptionen aufzeigen. Dabei gilt immer zu beachten, dass eine Wasserkühlung teurer als eine Luftkühlung ist, im Gegensatz dazu aber auch sehr flexibel an Hardware-Upgrades angepasst werden und viel leiser sein kann. Zusammenstellungen sind sehr individuell, bieten jedoch auch Freiraum für Kreativität. Ähnlich wie bei vielen anderen Komponenten in einem PC sind Online-Shops mittlerweile die erste Anlaufstelle für Interessierte. Hier haben sich Anbieter wie Caseking, Aquatuning, AC-Shop, Mips Computer oder auch PC-Cooling besonders auf die Bedürfnisse der Anwender eingestellt. Wir orientieren uns daher bei der Preisgestaltung der Konfigurationen an diesen Händlern; Preisvergleiche liefern nur unzureichende Ergebnisse.

Das Einsteigersystem

Die Budget-Lösung soll weniger als 200 Euro zu kosten und trotzdem Reserven für späteres Aufrüsten bieten. Mit rund 140 Euro ist das Basis-Set aber schon etwa doppelt so teuer wie eine sehr gute Luft- oder eine kompakte Flüssigkeitskühlung. Um den Preis auf einem niedrigen Niveau zu halten, greifen wir auf eine Kombination von Pumpe und Ausgleichsbehälter (AGB) von XSPC zurück und setzen als Wärmetauscher einen Single-Radiator von Magicool mit 140-mm-Lüfter von Phobia ein. Beide bieten ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis bei geringer Geräuschentwicklung. Die Abwärme der CPU soll mit einem Heatkiller LC abgeführt werden. Mit seiner effektiven Kupferbodenplatte ist der Kühler auch für Quadcore-CPUs geeignet.

Um die Bauteile zu verbinden, kommen ein PVC-Schlauch in der Größe 10/8 mm und passende G1/4-Zoll-Schraubtüllen zum Einsatz, die Sicherheit gegen das Abrutschen des Schlauches bieten. Verbindungselemente sind ein oft unterschätzter Posten und hier in der günstigsten Variante mit unter 15 Euro ein Schnäppchen. In umfangreichen High-End-Systemen kann der Preis mit teuren Design-Anschlüssen leicht den des gesamten Einsteigersystems und mehr erreichen. Sinnvolle Erweiterung sind Kühler für den Mainboard-Chipsatz oder ein Durchflussmesser. Inklusive erforderlicher Anschlüsse und Schlauch ist man mit rund 50 Euro günstig dabei und es bleibt eventuell etwas Geld für eine Lüftersteuerung üb-

rig, mittels derer die Kühlleistung und Geräuschkulisse den eigenen Bedürfnissen weiter angepasst werden kann. Eine Grafikkarte einzubinden ist mit der geringen Kühlfläche des Radiators nicht sinnvoll und eher den folgenden Konfigurationen vorbehalten.

Die goldene Mittelklasse

Mit der Mittelklasse-Lösung offenbart sich eine vielseitige Kühlung, mit der nahezu alle Bereiche im Rechner abgedeckt werden können. Die verwendeten Komponenten sind hochwertig und erheben den Anspruch an eine sehr gute Kühlleistung, ohne den Preis außer Acht zu lassen – wir legen unser Budget bei 250 Euro fest.

Der größte Anteil entfällt auf die Pumpe und den Ausgleichsbehälter, dafür zieht mit der Aquastream XT eine der leistungsstärksten Pumpen in das System ein und der Plexiac-150-AGB bietet Reserven in Sachen Kühlmedium. Für die CPU zeichnet wieder ein Heatkiller verantwortlich, nun aber in der LT-Version als Düsenkühler mit feinerer Struktur. Als Wärmetauscher kommt erneut ein Magicool-Radiator zum Einsatz, der jetzt aber die doppelte Kühlfläche aufweist und wieder mit Nano-G-14-Lüftern bestückt ist. Mit diesen Grundkomponenten verfügt man über gute Reserven für spätere Erweiterungen, die auch eine Grafikkarte beinhalten können. Bei der anschließenden Verschlauchung setzen wir in der Mittelklasse auf einen weit verbreiteten Standard in der Größe 13/10 mm mit flexiblem Masterkleer-Schlauch und Schraubtüllen. Preislich ist unsere Auswahl die günstigste, das Angebot der diversen Shops bietet ab dieser Größe aber viel Spielraum für eine individuelle Gestaltung durch oberflächenveredelte Anschlüsse.

Bei den Aufrüstmöglichkeiten gibt es ab der Mittelklasse viele Optionen, der Übergang ist daher gerade in Bezug auf High-End-Systeme fließend und dient lediglich der Orientierung. Soll die Erweiterung den Chipsatz beinhalten, so ist gegenüber der Einsteiger-Wakü lediglich der Aufpreis für die teureren Anschlüsse zu tragen, der Chipsatzkühler kostet nicht mehr. In großem Maße schlagen eine Grafikkartenkühlung und eine Überwachungseinheit wie das Aqua Computer Aquaero samt passendem Durchflussmesser zu Buche.

Die Spitzenklasse

Zu guter Letzt widmen wir uns Wasserkühlungen, die preislich kaum eine Grenze nach oben aufweisen. Extrem leistungsfähige und edle Bauteile bieten viel Raum für sehr individuelle Projekte, müssen aber alleine beim Basis-Set mit rund 370 Euro erkauft werden. Dafür steht hier die Leistung im Mittelpunkt. Bei über 750 Euro erfolgt in dieser Übersicht daher nur der Form halber ein Schlussstrich.

Als Herzstück versorgt eine sehr kompakte Laing DDC 1T inklusive Watercool-Deckel den gesamten Kreislauf mit Kühlflüssigkeit und wird aus einem Plexiac-250-AGB gespeist. Als CPU-Kühler kommt der brandneue Feinstrukturkühler Cuplex Kryos HF zum Einsatz, der derzeit mit Abstand die Leistungsspitze bildet und die abgeführte Wärme in einem 420er G-Changer samt 3x140-mm-Noiseblocker-Lüftern an die Umgebungsluft transferiert. Beim Schlauch setzen wir auf Tygon in der Dimension 15,9/9,5 mm samt Schraubtüllen. Durch den gleichen Innendurchmesser ergibt sich zwar keine bessere Leistung, aber der dickere Schlauch bietet Vorteile bei der Verlegung.

Die möglichen Aufrüstoptionen sind an der Mittelklasse orientiert und weisen nur feine Unterschiede auf. Wer allerdings auf das Besondere steht und eine einzigartige Wasserkühlung kreieren möchte, dem bieten sich viele weitere Möglichkeiten der optischen Veredelung und Leistungssteigerung.

Corsair H50: Austauschbare Halteringe samt Backplates garantieren Kompatibilität zu AMD- und Intel-CPUs.

CoolIT setzt auf einen einfach zu verschiebenden Mechanismus zur Sockelanpassung.

Für Bastler, die einen großen Radiator extern nutzen möchten, bieten sich Trennkupplungen wie die Koolance VL3 an, die fast ohne Wasserverlust geöffnet werden können.

Zusammenbau & Pflege

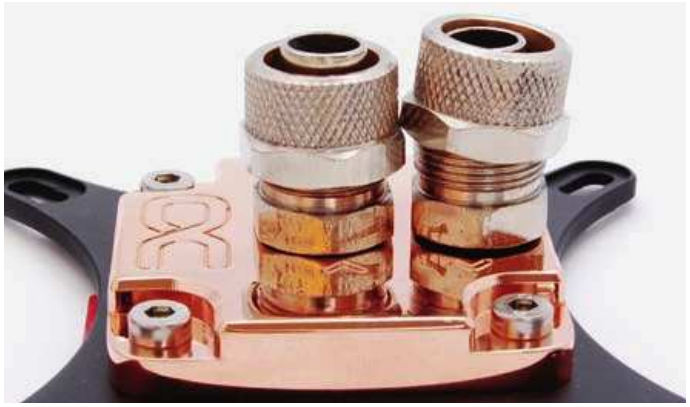
Grundsätzlich richten sich Wasserkühlungen an erfahrene Bastler, doch auch diese stoßen oft auf kleine und große Probleme bei der Installation und Inbetriebnahme. Eine komplette Anleitung samt FAQ würde natürlich den Rahmen des Artikels sprengen. Wir möchten Sie daher bei Interesse einladen, sich an die vielen Spezialisten in unserem Forum (www.pcghx.de) zu wenden, die Tag für Tag ganze Arbeit mit Tipps für die Zusammenstellung und Hilfe bei Praxisproblemen leisten. *(ak)*

Die wichtigsten Wakü-Beispiel-Konfigurationen

Komponente	Einsteiger-Wakü	Preis	Mittelklasse-Wakü	Preis	High-End-Wakü	Preis
Pumpe	XSPC X20 450	Ca. € 45,-	AC Aquastream XT USB + Adapter	Ca. € 75,-	Laing DDC 1T + Watercool Deckel	Ca. € 80,-
Ausgleichsbehälter			Magicool Plexiac 150	Ca. € 25,-	Magicool Plexiac 250	Ca. € 30,-
CPU-Kühler	Watercool Heatkiller 3.0 LC	Ca. € 35,-	Watercool Heatkiller 3.0 LT	Ca. € 50,-	Aqua Computer Cuplex Kryos HF	Ca. € 75,-
Radiator	Magicool Slim Single 140 MC	Ca. € 35,-	Magicool Slim Dual 280 MC	Ca. € 45,-	Phobya G-Changer 420	Ca. € 80,-
Lüfter	Phobya Nano-G 14	Ca. € 15,-	2 x Phobya Nano-G 14	Ca. € 25,-	3 x Noiseblocker Black Silet Pro	Ca. € 50,-
Anschlüsse (8x)	Schraubtülle 10/8 mm Nickel	Ca. € 10,-	Schraubtülle 13/10 mm Nickel	Ca . € 15,-	Schraubtülle 16/10 mm Nickel	Ca. € 30,-
Schlauch (2 m)	PVC 10/8 mm	Ca. € 3,-	Masterkleer 13/10 mm	Ca. € 8,-	Tygon R3603 15,9/9,5 mm	Ca. € 20,-
Kühlflüssigkeit	Dest. Wasser + G48 (Kfz-Bedarf)	Ca. € 3,-	Dest. Wasser + G48 (Kfz-Bedarf)	Ca. € 3,-	Feser One Fluid	Ca. € 8,-
Komplettpreis Basis-Set		**€ 146,-**		**€ 246,-**		**€ 373,-**
Erweiterungsmöglichkeiten						
Komponente	**Einsteiger-Wakü**	**Preis**	**Mittelklasse-Wakü**	**Preis**	**High-End-Wakü**	**Preis**
Chipsatzkühlung	Mips (Kupfer/POM)	Ca. € 35,-	Mips (Kupfer/POM)	Ca. € 35,-	Mips (Kupfer/POM)	Ca. € 35,-
Zwei zusätzliche Anschlüsse + 0,6 m Schlauch	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 3,-	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 7,-	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 15,-
Durchflussmesser	Durchflussanzeiger mechanisch	Ca. € 10,-	Digmesa FHKUC 70 + Kabel	Ca. € 35,-	Aqua C. „high flow" + Kabel	Ca. € 45,-
Zwei zusätzliche Anschlüsse + 0,6 m Schlauch	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 3,-	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 7,-	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 15,-
Steuerung und Überwachung	Xilence Lüftersteuerung 3,5"	Ca. € 16,-	Aqua Computer Aquaero 4.0	Ca. € 110,-	AC Aqu.4.0 VF inkl. Powerbooster	Ca. € 160,-
Grafikkartenkühlung (z. B. HD 5870)	Ohne größeren Radiator kann keine	-	Aqua C. - Aquagratix RV 870	Ca. € 80,-	EK-FC 5870	Ca. € 85,-
Zwei zusätzliche Anschlüsse + 0,6 m Schlauch	Grafikkarte eingebunden werden		Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 7,-	Anschl. + Schlauch wie Basis-Set	Ca. € 15,-
Komplettpreis gesamte Kühlung		**€ 213,-**		**€ 527,-**		**€ 743,-**

Fünf Sockel-1366-Wasserkühler geprüft

Spannende CPU-Wasserkühlblöcke im Vergleich

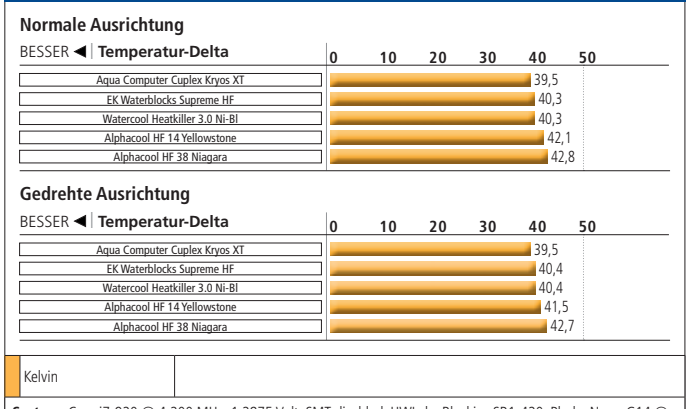


Beim HF 14 Yellowstone sitzen die Anschlussgewinde so nah beieinander, dass selbst 13/10-mm-Anschlüsse nicht passen. Hier muss auf Tüllen ausgewichen werden.

Spiegelblankes Finish: Höchste Verarbeitungsqualität ist bei allen Kühlern gegeben. Größtenteils weisen die Böden ein spiegelblankes Finish auf.

Aqua Computer brachte mit dem Cuplex Kryos jüngst einen neuen High-End-Kühler auf den Markt. Die extreme feine Struktur im Kühlerboden fällt ins Auge.

Temperatur-Delta (Differenz Wasser-/Kerntemperatur)



System: Core i7-920 @ 4.200 MHz, 1,2875 Volt, SMT disabled, HWLabs Blackice SR1-420, Phoby Nano-G14 @ 12 Volt, Aquastream XT (75 Hertz), TFC 13/10 mm, CoreTemp 0.99.7 **Bemerkungen:** Dank großem Radiator und mäßiger Abwärme liegt das Testfeld nah beisammen. Aqua Computers jüngster Spross führt knapp.

Dem Wärme-Übergang vom Prozessor an das Kühlmedium kommt in einer Wasserkühlung eine große Bedeutung zu. Immer höhere Wärmedichten locken die Wasserkühlungshersteller daher aus der Reserve und führen zu immer ausgeklügelteren Strukturen innerhalb der kompakten Kühler. Wir wollen mit diesem Artikel einen kurzen Einblick in den umfangreichen Markt der CPU-Wasserkühler für den Sockel 1366 wagen und haben daher fünf Testkandidaten zum Test einberufen. Eine ausführliche Marktübersicht planen wir für eine der kommenden PCGH-Ausgaben.

Feinstruktur und Düsen sind in

Auffallend ist der Aufbau all unserer Testkandidaten, denn sie weisen alle eine mehr oder weniger ausgebildete Feinstruktur auf. Diese gestaltet sich entweder als eine Vielzahl von kleinen Nuten oder sehr feinen Pins. Beides führt zu einer deutlichen Oberflächenvergrößerung und bietet dem Wasser genug Kontaktfläche, um die Abwärme im Kühlerboden rasch aufzunehmen. Zusätzlich wird auf das Düsenprinzip zurückgegriffen. In einer großen oder mehreren kleinen Düsen wird das Wasser durch Querschnittsverengung auf eine höhere Geschwindigkeit beschleunigt und förmlich auf die Feinstruktur geschossen. Dies hat zur Folge, dass es innerhalb der Flüssigkeit zu einer höheren Turbulenz kommt, was im Vergleich zu rein laminar fließendem Wasser eine deutlich bessere Wärmeaufnahme zur Folge hat.

Das Testsystem

Die Basis unseres Testsystems bildet ein hitziger Intel Core i7-920, den wir mit 1,2875 Volt betreiben. Zusätzlich übertakten wir den Vierkernprozessor auf 4,2 GHz (21 x 200 MHz Referenztakt). SMT (Simultaneous Multi Threading) deaktivieren wir, um Schwankungen durch unterschiedliche Auslastung zu vermeiden. Als Mainboard verwenden wir das Asus Rampage III Extreme, das wir mit einem 6-Gibyte-Kit von Corsair (TR3X6G1600C7) bestücken. Das RAM arbeitet mit DDR3-1600 und den Timing 7-7-7-20. Die Grafikausgabe übernimmt eine MSI Geforce 6600 GT.

Der Wasserkreislauf

DieAquastream-XT-Ultra-Pumpe von Aqua Computer befördert das destillierte Wasser mit 75 Hertz Frequenz aus einem Magicool AGB 250 in den Kreislauf. Das Kühlmedium durchfließt nun den Durchflussmesser – einen FHKUC 70 von Digmesa. Anschließend binden wir einen Testkandidaten in den Kreislauf ein. Nachdem das Wasser nun noch den Wärmetauscher durchfließt, schließt sich der Kreislauf im Ausgleichsbehälter. Die Verschlauchung erfolgt mittels TFC Feser Tube in der Größe 13/10 mm und passender Schraubanschlüsse. Den Wärmeübergang zwischen Prozessor und Kühlkörper übernimmt Gelid-GC-Extreme-Wärmeleitpaste. Als Lüfter kommen Phobya Nano-G14 zum Einsatz, die wir mit rund 1.000 Umdrehungen pro Minute bei 12 Volt betreiben.

Die Testmethodik

Mit dem Tool Core Damage lasten wir den Testprozessor komplett und konstant aus. Bereits nach rund zehn Minuten befindet sich der Kühlkreislauf so im Gleichgewicht. Die Temperaturen schwanken nun nur noch im Rahmen der gegebenen Messungenauigkeit. Um Letztere möglichst gut zu kompensieren, führen wir je nach Konstanz der Messergebnisse pro Kühler mindestens sechs Messungen durch. Zudem montieren wir den Kühler bei jedem Mal neu. Drei Messungen finden hierbei in der üblichen Ausrichtung statt, in den anderen drei Fällen drehen wir den Kühlkörper um 90 Grad. Nach 15 Minuten messen wir die Wasser- und Umgebungstemperatur mittels eines K102 von Voltcraft, bestimmen über die Aquasuite-Software von Aqua Computer den Durchfluss und lesen mittels Core Temp die Kerntemperaturen aus. Zur Berechnung der Delta-Temperaturen bilden wir den Mittelwert der Kerntemperaturen und ziehen hiervon die Wassertemperatur ab.

Aqua Computer Cuplex Kryos XT: Jüngst hat Aqua Computer die Cuplex-Reihe um die Kryos-Modelle ergänzt. Wir haben mit dem Spitzenmodell das Rundum-sorglos-Paket im Test, Backplate inklusive. Optisch findet der Kühler Anschluss

an die vorhergehenden Kühlerserien. Im Inneren wartet dagegen aber neueste Technik auf, die den Kühler speziell für Leistungsenthusiasten interessant macht. Zwar gestaltet sich die Montage schwierig, aber das Gesamtpaket ist herausragend.

EK Waterblocks Supreme HF: Der Vorgänger des Supreme HF war ein beliebter, aber sehr restriktiver Kühler. Hier soll der Supreme HF mit deutlich besserem Durchfluss und noch besseren Temperaturen punkten. Das Leichtgewicht ist zwar subjektiv nicht ganz so schön anzuschauen wie manch anderer Kühler aus dem Feld, weiß aber technisch zu überzeugen. Mit einer Backplate und unterschiedlichen Düsenplatten darf man selbst etwas experimentieren, allerdings geht beim Wechsel die Garantie des Multi-Sockel-Kühlers verloren.

Watercool Heatkiller 3.0: Schon lange eine angestammte Größe auf dem Markt. Wir haben den Heatkiller 3.0 in der exklusiven Kombination aus Nickel und schwarzem Chrom ins Testlabor gerufen. Für rund 70 Euro erhält der geneigte Käufer einen ausgereiften und optisch ansprechenden Kühlblock. Leider ist die Halterung nur für den Sockel 1366 geeignet und Wärmeleitpaste sowie Backplate fehlen im Lieferumfang. Ansonsten schafft es der Kühler aber zu überzeugen.

Alphacool HF 14 Yellowstone: Wer einen Kombinationskünstler sucht, findet mit dem Yellowstone das optimale Modell. Unterschiedliche Farb- und Materialkombinationen sind hier möglich. Die Ausstattung und die Verarbeitung sind gut, die Montage wie bei allen getesteten Kühlern aber nicht ohne Board-Ausbau und damit größerem Aufwand möglich. Für den Preis von rund 60 Euro ein solider Kühler, der sämtliche Intel-Sockel bedient.

Alpacool HF 38 Niagara: Mit dem HF 38 Niagara findet sich ein zweiter Kühler vom deutschen Wasserkühlungspezialisten Alphacool im Testfeld. Er ist speziell auf hohen Durchfluss ausgelegt und gibt sich optisch ausgefallen. Leider findet der Kühler ausschließlich auf dem Sockel 1366 Platz. Der Preis liegt mit rund 60 Euro aufgrund der Kompatibilität und Leistung etwas zu hoch, die Verarbeitung ist allerdings ebenfalls sehr gut.

Auswertung Temperaturen

Gerade einmal etwas über drei Kelvin trennt den besten vom schlechtesten Kühler dieses Testfeldes. Der Hauptgrund sollte bei dem Radiator zu suchen sein, der für die geringe Abwärme der CPU deutlich zu groß ist. Mit steigender Wassertemperatur fallen die Differenzen zwischen den Kühlern aber sehr viel deutlicher ins Gewicht. Das Testfeld führt ganz klar der Cuplex Kryos XT an. Aqua Computer ist hier ein großer Wurf gelungen, kann er sich von den übrigen Kühlern doch recht deutlich absetzen. Der Heatkiller 3.0 und Supreme HF liegen beide auf demselben, leicht schlechteren Niveau. Alphacools Yellowstone kann mit seiner gröberen Struktur leider nicht mithalten und ist daher nur noch der Optik wegen empfehlenswert. Der Bruder in Form des Niagara kann sein Alter nicht mehr verbergen und bildet das Schlusslicht dieses Vergleichs. Mit einem ausreichend starken Radiator reichen aber alle Kühler spielend aus und kühlen deutlich besser als ein Luftkühler. Somit sollte beim Kauf hauptsächlich nach dem eigenen Geschmack oder den individuellen Vorlieben entschieden werden.

Watercool versteckt beim Heatkiller 3.0 die Verschraubungen auf der Unterseite. Verarbeitung und Design sind hervorragend.

Auswertung Durchfluss

Alphacools Konzept des hohen Durchflusses (HF steht für High Flow) geht beim HF 38 Niagara auf. Er setzt sich an die Spitze des Testfeldes. Der HF 14 Yellowstone kann aufgrund einer anderen Düsengeometrie und kleinerer Anschlüsse nicht mithalten. EK Waterblock und Watercool schaffen trotz Düsentechnik und sehr feiner Struktur in Form von Nuten ebenfalls einen sehr guten Durchfluss. Beim Aqua Computer Kryos XT macht sich die großflächige Feinstruktur bemerkbar und er arbeitet deutlich restriktiver, aber dennoch ist der Widerstand auch in einer umfangreicheren Wasserkühlung vollkommen unproblematisch. *(cb)*

CPU-WASSER-KÜHLER

Auszug aus Testtabelle mit 20 Wertungskriterien

Produkt	Cuplex Kryos XT	Supreme HF POM/Nickel	Heatkiller 3.0 Black/Nickel	HF 14 Yellowstone	HF 38 Niagara
Hersteller	Aqua Computer	EK Waterblocks	Watercool	Alphacool	Alphacool
Preis/Preis-Leistung	Ca. € 70,-/gut	Ca. € 65,-/gut	Ca. € 70,-/gut	Ca. € 60,-/gut	Ca. € 60,-/befriedigend
Bezugsquelle	Aqua Computer	Caseking	Aquatuning	Alphacool	Alphacool
Eigenschaften	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Kühlerart	Feinstruktur	Feinstruktur mit Düsenplatte	Feinstruktur mit Düsenplatte	Feinstruktur mit Düsenplatte	Feinstruktur mit Düsenplatte
Vorgegebene Flussrichtung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Werkstoff (Boden/Deckel)	Kupfer/Messing (vernickelt)	Kupfer (vernickelt)/POM	Kuper/Kupfer (vernickelt)	Kupfer/Kuper	Kupfer/POM
Gewicht*	418 Gramm	185 Gramm	400 Gramm	257 Gramm	221 Gramm
Gewinde	G1/4"	G1/4"	G1/4"	G1/4"	G3/8"
Abstand der Anschlüsse	7 Millimeter	14 Millimeter	8 Millimeter	5,5 Millimeter	8 Millimeter
Mitgelieferte Halterung	Sockel 775/1156/1366	Sockel 775/1156/1366	Sockel 1366	Sockel 775/1156/1366	Sockel 1366
Backplate mitgeliefert	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Mainboard-Ausbau notwendig	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Benötigtes Werkzeug	Kreuzschraubenzieher, evtl. Zange	Kreuzschraubenzieher, evtl. Zange	Inbusschlüssel, evtl. Zange	Kreuzschraubenzieher, evtl. Zange	Kreuzschraubenzieher, evtl. Zange
Montage-Aufwand	Sehr hoch	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
Zubehör	Wärmeleitpaste, Backplate	Inbusschlüssel, WLP, Düsenplatten, Backplate	Inbusschlüssel	Wärmeleitpaste	WLP, Adapter G3/8" auf G1/4"
Bemerkung	Ausrichtung egal	Ausrichtung egal	Ausrichtung egal	Gedreht bessere Temperaturen	Ausrichtung egal
Leistung	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Durchfluss Aquastream XT (75 Hz)	158,7 l/h	202,2 l/h	198,1 l/h	176,4 l/h	205,2 l/h
Delta-T (Wasser - CPU) normal	39,5 Kelvin	40,3 Kelvin	40,3 Kelvin	42,1 Kelvin	42,7 Kelvin
Delta-T (Wasser - CPU) gedreht	39,5 Kelvin	40,4 Kelvin	40,4 Kelvin	41,5 Kelvin	42,8 Kelvin
FAZIT	⊕ Sehr gute Kühlleistung ⊕ Innovative Technik ⊖ Durchfluss ★★★★½	⊕ Fairer Preis ⊕ Gute Leistung ⊕ Umfangreicher Lieferumfang ★★★★½	⊕ Gute Leistung ⊕ Außergewöhnliche Optik ⊖ Nur für Sockel 1366 geeignet ★★★★★	⊕ Optik ⊖ Leistung ⊖ Geringer Anschlussabstand ★★★½★	⊕ Durchfluss ⊖ Kühlleistung ⊖ Nur für Sockel 1366 geeignet ★★½★★

* Nur Kühler, exklusive Halterung/Backplate

Bilder: Christian Beck

Größer und leiser: Radiatoren im neuen 420er-Format

140er-Triple-Radiatoren

Steigende Abwärme bei Prozessoren und Grafikkarten verlangt auch bei einer Wasserkühlung nach immer größerer Kühlfläche. PC Games Hardware testet sechs Wärmetauscher für drei 140-mm-Lüfter.

In Gehäusen findet man sie ebenso wie auf hochwertigen Luftkühlern – die Rede ist von Lüftern mit 140 Millimetern Rahmenbreite. Nun hält die neue Größe auch in Form von passenden Radiatoren Einzug in den Wasserkühlungsmarkt und stellt sich gegen die etablierten 120-Millimeter-Lüfter. PC Games Hardware hat sechs Kandidaten im 420er-Format ins Testlabor geholt und überprüft, ob die Wachablösung gelingt.

Testsystem

Als Basis für unser Testsystem wählen wir einen Intel Core i7-920, den wir mit 4,2 GHz bei einer Kernspannung von 1,300 Volt betreiben. Um eine gleichmäßige Wärmeabgabe zu gewährleisten, deaktivieren wir den Turbomodus, C1E und SMT der CPU. Als Hauptplatine nutzen wir ein EVGA X58 3x SLI Classified, das mit einem 6-Gibyte-DDR3-1600-Kit aus dem Hause Corsair bestückt wird. Für die Grafikausgabe kommt eine NX6600GT von MSI zum Einsatz. Die Stromversorgung des offen aufgebauten Testsystems übernimmt ein Be-quiet-Straightpower-Netzteil mit 650 Watt Leistung.

Wasserkreislauf

Auf der CPU platzieren wir einen HF 14 Yellowstone aus dem Hause Alphacool. Den Kontakt zur CPU stellt hierbei Silmore-Silikonpaste her. Nach dem Prozessorkühler schließt sich direkt der zu testende Wärmetauscher an. Anschließend fließt das Kühlmedium in Form von destilliertem Wasser in den Ausgleichsbehälter, einen Magicool AGB 250. Eine Aquastram XT Ultra von Aquacomputer befördert das Wasser nun mit 75 Hertz Frequenz in den Digmesa-FHKUC-70-Durchflussmesser, von wo aus sich der Kreislauf wieder schließt. Die Verschlauchung erfolgt mittels 13/10-mm-Schläuchen und passenden Schraubanschlüssen. Die Testkandidaten bestücken wir mit drei Nano-G-14-Lüftern von Phobya.

Testmethodik

Bei den Radiatoren ist der Delta-Wert zwischen Wasser- und Raumtemperatur entscheidend. Er gibt an, wie gut der Radiator das Wasser mit der Raumluft zu kühlen vermag. Die Wassertemperatur ermitteln wir im Ausgleichsbehälter mittels eines K102-Digitalthermometers von Voltcraft. Die Lufttemperatur lesen wir über den zweiten Kanal aus, wobei sich der Sensor direkt vor den Lüftern befindet. Die CPU wird nun so lange mit dem Tool Core Damage belastet, bis sich der Kühlkreislauf im Gleichgewicht befindet. Bereits nach rund 15 Minuten ist über längere Zeit keine Änderung der Wassertemperatur mehr feststellbar. Nun ermitteln wir die Wasser- und Raumtemperatur und lesen über die Aquasuite den Durchfluss aus. Da derart große Radiatoren mehrheitlich mit langsam rotierenden Lüftern bestückt werden, regeln wir die Phobya Nano-G 14 auf 500, 750, 850 und maximal 1.000 Umdrehungen pro Minute.

Phobya G-Changer 420: Stimmigstes Gesamtbild im Testfeld. Bereits die

Bonusmaterial

www

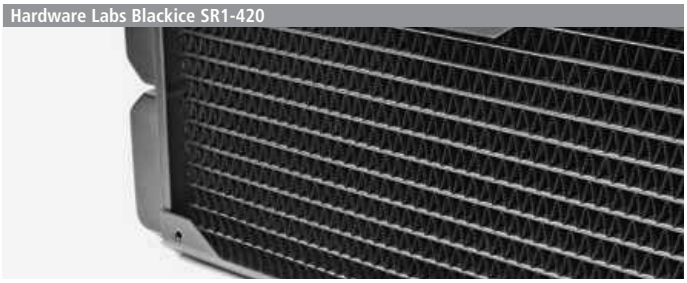
Bonuscode
276T

Einfach unter www.pcgameshardware.de den **Bonuscode** rechts oben eingeben und auf den Bonuscode-Pfeil klicken.

Phobya G-Changer 420

Phobya bietet mit drei Schraubensätzen, Lüfterentkoppelungen, vernickelten Blindstopfen und einer Entlüftungsschraube den größten Lieferumfang.

Hardware Labs Blackice SR1-420



Der Blackice SR1-420 hat im Test die weitesten Lamellenabstände. Der Radiator verliert durch eine geringere Tiefe der Lamellen aber etwas Kühlfläche.

Verpackung des Phobya G-Changer 420 weiß zu gefallen. Sie ist stabil und bietet Informationen zu Abmessungen und Eigenschaften des Radiators. Hinweise zur Montage und zum erstmaligen Durchspülen bleibt man dem Anwender jedoch schuldig. Im Inneren findet sich der Radiator in Luftpolsterfolie getrennt vom umfangreichen Zubehör. Überraschend viele Schrauben erwarten den Käufer nebst einem Set Schwingungsdämpfer für die Lüfter. Auch zwei schwarz vernickelte Verschlussstopfen für die unbenutzten Gewinde liegen bei.

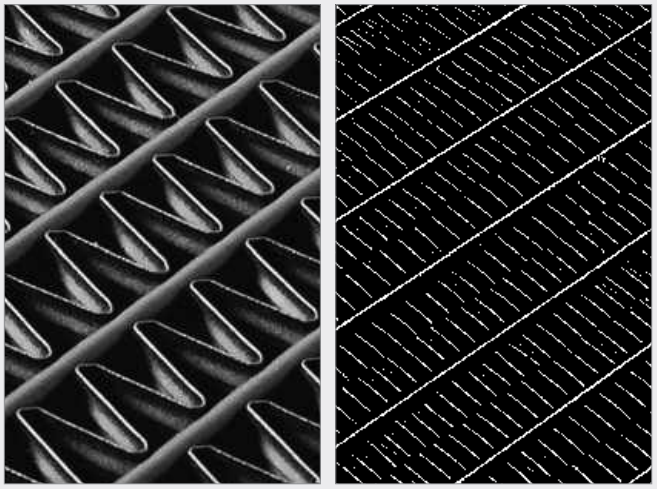
Der rund 1.880 Gramm schwere, mattschwarze Wärmetauscher bietet beidseitig Befestigungsmöglichkeiten für 140-Millimeter-Lüfter, wobei sämtliche M3-Gewinde sauber geschnitten sind und einen Schutz vor zu tiefem Eindrehen bieten. Anschlussseitig bietet sich mit je zwei stirnseitig und seitlich angebrachten G1/4-Zoll-Gewinden eine gewisse Vielfalt. Als Besonderheit findet sich noch eine Entlüftungsschraube an der Rückseite. Die Seitenbleche schmückt je ein Phobya-Logo.

Die Kühlleistung ist erhaben und markiert die Spitze im Testfeld. Dabei ist es egal, ob schnell oder langsam drehende Lüfter zum Einsatz kommen, und der weite Lamellenabstand leistet zusammen mit der großen Tiefe der Lamellen erstklassige Arbeit. Der Durchflusstest liefert ebenfalls gute bis sehr gute Werte. Angesichts der hohen Leistung und des umfangreichen Lieferumfangs ist ein Preis von knapp 80 Euro angemessen.

Hardware Labs Blackice SR1-420: Verarbeitungsperfektionist mit Schwächen beim Lieferumfang. Der philippinische Wasserkühlungsspezialist Hardware Labs verzichtet bei seinem High-End-Wärmetauscher auf eine Retailverpackung. Der Blackice SR1-420 findet den Weg zum Käufer ungepolstert in einem braunen Pappkarton. Eine Anleitung oder Hinweise zum Erstgebrauch fehlen komplett. Der Lieferumfang fällt mit zwölf passenden M4-Schrauben trotz des exorbitanten Preises von 135 Euro sehr mager aus. Hier muss der Hersteller dringend nachbessern.

Bei der Verarbeitung erreicht der Blackice SR1 dagegen ein Niveau, das im Testfeld seinesgleichen sucht. Die mattschwarze Lackierung ist dünn und makellos aufgetragen. Auch die Anordnung der Lamellen erscheint perfekt. Die beidseitig angebrachten M4-Gewinde für die Lüfter sind erstklas- ▷

Grundlagen zum Lamellenabstand



Ein Hauptaugenmerk beim Radiatorkauf sollte auf dem Lamellenabstand liegen, um eine optimale Kühlleistung zu erhalten.

Der Abstand zwischen den Kühllamellen entscheidet maßgeblich über das Kühlverhalten des Radiators. So lässt sich mit hoher Lamellendichte zwar eine große Kühlfläche erreichen, die allerdings sehr schnell drehende Lüfter benötigt, um ihren optimalen Arbeitspunkt zu erreichen. Wer auf leisen Betrieb aus ist, sollte sich daher nach einem Radiator mit möglichst weitem Lamellenabstand umsehen. Die verlorene Fläche machen die Radiatoren meist über die Dicke wieder wett. Unsere Tipps lauten daher: große Dicke und weiter Lamellenabstand (HWLabs Blackice SR1-420/Phobya G-Changer 420) oder – bei beengten Platzverhältnissen – ein dünner Radiator mit mittelweitem Lamellenabstand (Magicool Slim Triple 420). Radiatoren mit sehr engen Lamellenabständen sind nur lärmunempfindlichen Nutzern zu empfehlen.

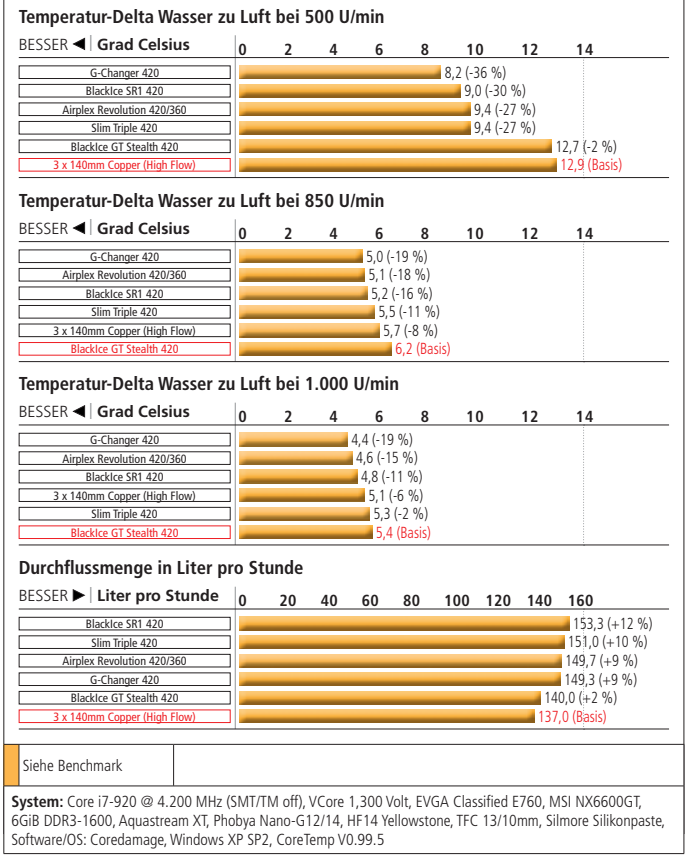
120- gegen 140-Millimeter-Lüfter

Wer die Wahl zwischen 120- und 140-Millimeter-Lüftern hat, sollte klar zum größeren Modell greifen.

Der Außendurchmesser des Rotors des Phobya Nano-G 14 beträgt rund 135 Millimeter. Verrechnet mit dem Durchmesser der Nabe von 45 Millimetern, ergibt sich so eine durchströmte Fläche von 127,2 Quadratzentimetern. Beim 120-Millimeter-Modell belaufen sich die Durchmesser auf 115 respektive 40 Millimeter. Hier ergibt sich eine durchströmte Fläche von nur 91,3 Quadratzentimetern.

Somit bietet das aufkommende 140er-Format etwa 28 Prozent mehr Fläche, durch die der Rotor die Luft fördern kann. Dadurch benötigt der 140-Millimeter-Lüfter unter Annahme von linearem Verhalten von Durchsatz und Drehzahl und ideal gleichen Rotoren rund ein Drittel weniger Drehzahl, um dieselbe Menge Luft zu fördern wie ein kleineres Modell. Die geringere Geschwindigkeit wirkt sich positiv auf die Geräuschkulisse aus.

Temperatur- und Durchfluss-Benchmarks



Siehe Benchmark

System: Core i7-920 @ 4.200 MHz (SMT/TM off), VCore 1,300 Volt, EVGA Classified E760, MSI NX6600GT, 6GiB DDR3-1600, Aquastream XT, Phobya Nano-G12/14, HF14 Yellowstone, TFC 13/10mm, Silmore Silikonpaste, Software/OS: Coredamage, Windows XP SP2, CoreTemp V0.99.5

Aqua Computer Airplex Revolution

Das Schwergewicht in Form des Aqua Computer Airplex Revolution lässt sich wahlweise mit 120- oder 140-Millimeter-Lüftern betreiben.

Phobya G-Changer 420 und Magicool Slim Triple 420

Der Tiefenunterschied zwischen Phobya G-Changer und Magicool Slim Triple 420 wird hier deutlich. Magicool verbaut zudem eine etwas feinere Lamellenstruktur.

sig verarbeitet. Einen Schutz gegen zu tiefes Eindrehen der Schrauben gibt es allerdings nicht. Nur einseitig angebrachte G1/4-Zoll-Gewinde schränken die Anschlussmöglichkeiten ein.

Der Namenszusatz SR1 (Silent Revision 1) verdeutlicht bereits die Ausrichtung auf den Betrieb mit langsam rotierenden Lüftern. Dies bestätigt auch die Anordnung der Lamellen, die sehr weite Abstände aufweist. Eine Besonderheit bieten auch die unterschiedlichen Seiten des Wärmetauschers. So setzt der Hersteller die Lamellen einseitig tiefer an, um den toten Punkt der Lüfternabe zu kompensieren. Die Luft soll im Zwischenraum verwirbeln und so die gesamte Fläche erfassen – man spricht hier von Lüfter-Shrouds. Allerdings sinkt damit die Lamellentiefe und der Radiator verliert an Kühlfläche. Dabei fällt das Gewicht auf verträgliche 1.513 Gramm. Der Blackice SR1-420 liefert beim Durchfluss die besten Werte und kann sich trotz kleinerer Kühlfläche knapp hinter dem Phobya G-Changer positionieren. Nur mit schnell drehenden Lüftern muss er sich noch dem Airplex Revolution geschlagen geben.

Aqua Computer Airplex Revolution 360/420: Das schwere Multitalent für Umrüster. Vom Wasserkühlungspionier Aqua Computer kommt mit dem Airplex Revolution 420/360 ein im eigenen Haus entwickelter High-End-Radiator. Die Lieferung erfolgt in einem Retailkarton, der leider nur mäßigen Schutz für den Radiator bietet. Immerhin gibt es auch Hinweise zur Montage. Der Lieferumfang enttäuscht: Lediglich zwei Blindstopfen und Blenden für den Betrieb mit 120-Millimeter-Lüftern bekommen Sie dazu.

Der Preis von 70 Euro ist dennoch angemessen, denn der Airplex Revolution wartet mit Besonderheiten auf: So stattet Aqua Computer eine Seite mit passenden, aber etwas unsauber verarbeiteten M3-Gewinden für 140-, die gegenüberliegende Seite für 120-Millimeter-Lüfter aus. Der Radiator eignet sich perfekt für Umsteiger, da vorerst der Platz und die Lüfter eines 360er-Radiators weiterverwendet werden können. An den Seitenblechen finden sich zusätzliche Gewinde zur Befestigung des Radiators und ein eingeprägter Firmenschriftzug. Die G1/4-Zoll-Gewinde sind beidseitig ausgeführt und bieten so Variationsmöglichkeiten bei der Verschlauchung. Einige Beulen in den Lamellen und ein etwas ungleichmäßiger Farbauftrag bringen leichte Abzüge bei der Verarbeitung. Dass die Lamellen teilweise im kupfernen Farbton erscheinen, ist gewollt und nicht mit Rost zu verwechseln. So soll der Wärmeübergang zur Luft ungestört stattfinden. Der Lamellenabstand ist weit gewählt und die Lamellen sind über die komplette Tiefe des fast 2.500 Gramm schweren Radiators ausgeführt. So hinkt der Airplex Revolution bei den Messungen mit langsam drehenden Lüftern dem G-Changer 420 und dem Blackice SR1-420 noch knapp hinterher, holt mit höherer Drehzahl jedoch deutlich auf und liegt mit Phobyas Wärmetauscher auf Augenhöhe. Der Durchfluss liegt ebenfalls auf sehr hohem Niveau. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass der Test mit 120-Millimeter-Lüftern nur geringfügig schlechtere Werte lieferte. Hierzu lohnt ein Blick in unser Temperatur/Lüfterdrehzahl-Diagramm auf der nächsten Seite.

Magicool Slim Triple 420: Die Lösung für preisbewusste Käufer. Aus dem Hause Magicool kamen bisher preiswerte Kupferradiatoren im typischen Look mit schwarzem Lack und silbernen Seitenteilen. Beim Slim Triple 420 geht der chinesische Hersteller nun neue Wege und wertet das Äußere seines Produktes deutlich auf. Als Verpackung setzt man dabei weiterhin auf einen schlichten Pappkarton. Immerhin ist der Radiator im Inneren mittels Luftpolsterfolie gut geschützt und von den Schraubensätzen abgetrennt. Hinweise zu Montage und dem obligatorischen Durchspülen vor dem Erstgebrauch fehlen.

Nach dem Auspacken gibt es solide Verarbeitung zu bestaunen. Zudem fällt das extrem geringe Gewicht von gerade einmal 988 Gramm sofort positiv auf. Die Lackierung in mattem Schwarz bedeckt nun auch die Seitenteile, die mit den Initialen des Herstellers, den Buchstaben M und C, geprägt sind. Die M3-Gewinde für die Montage der Lüfter finden sich auf beiden Seiten und waren bei dem uns vorliegenden Exemplar sauber verarbeitet. Die G1/4-Zoll-Anschlussgewinde sind dagegen nur einseitig angebracht. Beim Lamellenabstand wählt Magicool einen Mittelweg, was ange-

sichts der geringen Tiefe durchaus sinnvoll erscheint, schließlich lässt sich so einfach die Kühlfläche vergrößern. Was der Wärmetauscher leistet, zeigen unsere Messwerte. Hier liegt der Radiator trotz geringer Abmessung und mittelgroßen Lamellenabstands auf einem sehr guten Niveau. Mit langsam rotierenden Lüftern arbeitet er sehr gut zusammen und verliert nur bei schnelleren Modellen etwas an Boden. Auch die Durchflussmessungen attestieren dem Testkandidaten gute Werte. Der Preis von 58 Euro macht den Magicool Slim Triple 420 zum absoluten Preistipp.

Hardware Labs Blackice GT Stealth 420: Gute Verarbeitung, aber mäßige Kühlleistung. Mit dem Blackice GT Stealth 420 findet sich ein zweiter Vertreter aus dem Hause Hardware Labs im Testfeld. Das GT-Stealth-Konzept befindet sich mit unterschiedlichen Größen schon einige Zeit am Markt und Hardware Labs konnte so sehr früh mit einem 420er-Radiator aufwarten. Für den kleinen Ableger der Blackice-Serie gibt es um den braunen Pappkarton eine Retailverpackung, die mit Informationen zu den Abmessungen und Eigenschaften aufwartet. Der Lieferumfang beschränkt sich auf zwölf M4-Lüfter-Schrauben.

Die Verarbeitung gleicht – bis auf den Hochglanzlack – der des großen Bruders und ist durchweg sehr gut. Die Geometrie und Ausstattung ist allerdings eine andere. So setzt man zur Oberflächenvergrößerung auf eine sehr feine Lamellenstruktur, die den Blackice GT Stealth 420 für schnell drehende Lüfter prädestiniert und 1.185 Gramm schwer macht. Lüfter lassen sich, wie bei allen anderen Kandidaten auch, auf beiden Seiten anbringen. Zudem finden sich unter den Gewinden kleine Bleche auf den Lamellen, die zu tiefes Eindrehen und Beschädigungen verhindern sollen. Die G1/4-Zoll-Gewinde finden sich nur auf einer Seite des Radiators. Der erste Eindruck täuscht nicht: Der Blackice GT Stealth 420 kommt mit langsam drehenden Lüftern nur schlecht zurecht. Er benötigt mehr als 900 U/min, um Anschluss ans Testfeld zu erlangen. Die Durchflusswerte leisten sich keine Ausreißer und platzieren sich im hinteren Mittelfeld. Trotz mäßiger Leistung werden rund 80 Euro fällig, was für das Gebotene doch etwas zu viel ist.

Koolance 3 x 140mm Copper (High Flow): Gute Skalierung mit schnell drehenden Lüftern, dennoch das Schlusslicht. Mit dem 3 x 140mm Copper (High Flow) vom amerikanischen Hersteller Koolance erreichte uns ein weiterer dünner Radiator. Die Verpackung gestaltet sich spartanisch und ist als schlichter Pappkarton ausgeführt. Auch beim Lieferumfang gibt es nur leichte Kost in Form von zwölf M4-Schrauben und zwei Verlängerungen mit G1/4-Zoll-Gewinden. Koolance wählt beim 3 x 140mm Copper eine mattschwarze Lackierung und sehr enge Lamellenabstände. Das Gewicht ist mit 1.029 Gramm dennoch sehr gut, was nicht zuletzt den kompakten Abmessungen zu verdanken ist. Die Verarbeitung ist im Ganzen sehr gut. Die Gewinde zur Lüfterbefestigung finden sich beidseitig und werden durch kleine Bleche auf den Lamellen ergänzt. Beschädigungen durch zu tiefes Einschrauben werden so vermieden. Die Anschlussgewinde im G1/4-Zoll-Format sind einseitig angebracht.

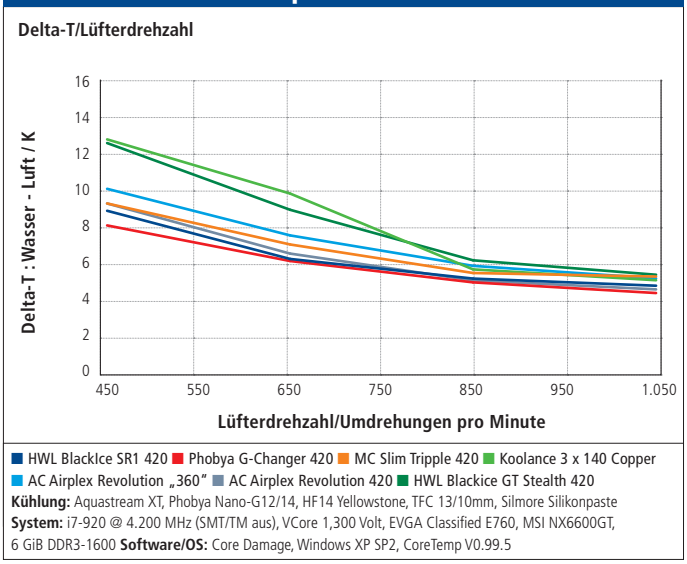
Wie zu erwarten war, ist die feine Lamellenstruktur mit langsam rotierenden Lüftern ineffektiv. Zudem arbeitet das Modell von Koolance sogar noch ein wenig schlechter als der Blackice GT Stealth 420. Dies ändert sich erst mit 850 U/min: Hier gewinnt der 3 x 140mm Copper deutlich an Boden und schlägt den Blackice GTS 420. Ab 1.000 U/min gelingt sogar der Anschluss zum Testfeld. Der Sinn einer leisen Wasserkühlung ist dann allerdings verfehlt. Beim Durchfluss bleibt trotz des Namenszusatzes „High Flow“ nur der letzte Platz. Für befriedigende 75 Euro wechselt der Wärmetauscher den Besitzer. *(cb)*

Fazit

420er-Radiatoren

Wenn es ausschließlich um die Leistung geht, liegen die ersten drei Kandidaten des Testfeldes auf Augenhöhe. Am Ende ist es der Lieferumfang, der den Phobya G-Changer 420 mit Abstand auf den ersten Platz befördert. Wer allerdings auf große Dreingaben verzichten kann, macht mit dem Blackice SR1-420 oder dem Airplex Revolution 360/420 keine Fehler. Bei beengten Platzverhältnissen und für Sparfüchse bietet sich mit dem Magicool Slim Triple der Preis-Tipp dieses Tests an. Blackice GT Stealth 420 und 3 x 140mm Copper (High Flow) eignen sich nur für schnell drehende Lüfter und belegen die letzten Plätze.

Verhältnis zwischen Temperatur und Lüfter-Drehzahl



HWL Blackice SR1 420 Phobya G-Changer 420 MC Slim Tripple 420 Koolance 3 x 140 Copper
AC Airplex Revolution „360“ AC Airplex Revolution 420 HWL Blackice GT Stealth 420
Kühlung: Aquastream XT, Phobya Nano-G12/14, HF14 Yellowstone, TFC 13/10mm, Silmore Silikonpaste
System: i7-920 @ 4.200 MHz (SMT/TM aus), VCore 1,300 Volt, EVGA Classified E760, MSI NX6600GT, 6 GiB DDR3-1600 **Software/OS:** Core Damage, Windows XP SP2, CoreTemp V0.99.5

Hardware Labs Blackice GT Stealth 420

Mittels einem sehr engen Lamellenabstand erhöht Hardware Labs die Kühlfläche des schmalen Blackice GT Stealth 420.

Koolance 3 x 140mm Copper (High Flow)

Auch Koolance versucht beim 3 x 140mm Copper die geringe Lamellentiefe durch eine hohe Dichte auszugleichen. Dies funktioniert allerdings nur mit schnellen Lüftern.

RADIATOREN
Auszug aus Testtabelle
mit 25 Wertungskriterien

Produkt	G-Changer 420	BlackIce SR1 420	Airplex Revolution 420/360
Hersteller	Phobya (www.phobya.com)	Hardware Labs (www.hwlabs.com)	Aquacomputer (www.aquacomputer.de)
Bezugsquelle	Aquatuning (www.aquatuning.de)	Caseking (www.caseking.de)	Aquacomputer (www.aquacomputer.de)
Preis/Preis-Leistung	Ca. € 80,-/gut	Ca. € 135,-/ausreichend	Ca. € 70,-/gut
Ausstattung (20%)	**2,13**	**3,83**	**3,50**
Material	Kupfer, Messing	Kupfer, Messing	Kupfer, Messing
Anschlussgewinde	G1/4 Zoll	G1/4 Zoll	G1/4 Zoll
Position Anschlüsse	Seitlich und stirnseitig	Seitlich, einseitig	Seitlich, beidseitig
Lamellenabstand	Weit	Weit	Weit
Unterschiedliche Seiten	Nein	Ja, einseitig eingearbeitete Shrouds	Ja, eine Seite für 120-mm-, andere Seite für 140-mm-Lüfter
Lüfter (Anzahl/Seiten/Gewinde)	3 x 140 mm/2/M3	3 x 140 mm/2/M4	3 x 140 mm oder 3 x 120 mm/je 1/M3
Dokumentation/Anleitung	Nur Abmessungen/Features	Nicht vorhanden	Fast vollständig
Zubehör	24 Schrauben (M3) lang, 12 Schrauben (M3) kurz, 3 Vibrationsdämpfer für Lüfter, 2 Blindstopfen	12 Schrauben (M4)	2 Blenden für Betrieb mit 120-mm-Lüftern, 2 Blindstopfen
Bemerkung	Entlüftungsschraube, Lamellen-/Kammerschutz	Sehr gute Verarbeitung, einseitig eingearbeitete Shrouds	Auslegung als 420- und 360-Radiator, seitliche Gewinde zur Befestigung des Radiators
Eigenschaften (20%)	**2,15**	**2,23**	**2,65**
Abmessungen (L x B x H)	479 x 145 x 60 Millimeter	460 x 153 x 54 Millimeter	465 x 146 x 63 Millimeter
Gewicht	1.880 Gramm	1.513 Gramm	2.409 Gramm
Verarbeitung	Gut	Sehr gut	Befriedigend
Lackierung	Schwarz matt	Schwarz matt	Schwarz glänzend
Leistung (60%)	**1,30**	**1,50**	**1,60**
Delta (Luft-Wasser) 500 UPM	8,2 Grad Celsius	9,0 Grad Celsius	9,4 Grad Celsius
Delta (Luft-Wasser) 650 UPM	6,2 Grad Celsius	6,3 Grad Celsius	6,6 Grad Celsius
Delta (Luft-Wasser) 850 UPM	5,0 Grad Celsius	5,2 Grad Celsius	5,1 Grad Celsius
Delta (Luft-Wasser) 1000 UPM	4,4 Grad Celsius	4,8 Grad Celsius	4,6 Grad Celsius
Durchfluss	149,3 Liter pro Stunde	153,3 Liter pro Stunde	149,7 Liter pro Stunde
FAZIT	⊕ Sehr hohe Kühlleistung ⊕ Umfangreiche Ausstattung ⊕ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis	⊕ Sehr gute Verarbeitung ⊕ Sehr hohe Kühlleistung ⊖ Hoher Preis	⊕ Für 120-mm- und 140-mm-Lüfter geeignet ⊕ Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis ⊖ Sehr hohes Gewicht
	Wertung: **1,64**	Wertung: **2,11**	Wertung: **2,19**

RADIATOREN
Auszug aus Testtabelle
mit 25 Wertungskriterien

Produkt	Slim Triple 420	Blackice GT Stealth 420	3 x 140mm Copper (High Flow)
Hersteller	Magicool (www.magicool.biz)	Hardware Labs (www.hwlabs.com)	Koolance (www.koolance.com)
Bezugsquelle	A-C-Shop (www.a-c-shop.de)	Caseking (www.caseking.de)	Aquatuning (www.aquatuning.de)
Preis/Preis-Leistung	Ca. € 60,-/sehr gut	Ca. € 80,-/befriedigend	Ca. € 75,-/befriedigend
Ausstattung (20%)	**4,00**	**3,50**	**3,73**
Material	Kupfer, Messing	Kupfer, Messing	Kupfer, Messing
Anschlussgewinde	G1/4 Zoll	G1/4 Zoll	G1/4 Zoll
Position Anschlüsse	Seitlich, einseitig	Seitlich, einseitig	Seitlich, einseitig
Lamellenabstand	Mittel	Sehr eng	Sehr eng
Unterschiedliche Seiten	Nein	Nein	Nein
Lüfter (Anzahl/Seiten/Gewinde)	3 x 140 mm/2/M3	3 x 140 mm/2/M4	3 x 140 mm/2/M4
Dokumentation/Anleitung	Nicht vorhanden	Nur Abmessungen und Features	Nicht vorhanden
Zubehör	24 Schrauben (M3, zwei Längen)	12 Schrauben (M4)	12 Schrauben (M4), G1/4-Zoll-Verlängerungen
Bemerkung	-	Lamellen-/Kammerschutz, sehr gute Verarbeitung	Lamellen-/Kammerschutz, sehr gute Verarbeitung
Eigenschaften (20%)	**2,00**	**1,78**	**1,53**
Abmessungen (L x B x H)	464 x 147 x 30 Millimeter	460 x 150 x 30 Millimeter	460 x 139 x 30 Millimeter
Gewicht	988 Gramm	1.185 Gramm	1.029 Gramm
Verarbeitung	Gut	Sehr gut	Sehr gut
Lackierung	Schwarz matt	Schwarz glänzend	Schwarz matt
Leistung (60%)	**2,00**	**2,60**	**2,90**
Delta (Luft-Wasser) 500 UPM	9,4 Grad Celsius	12,7 Grad Celsius	12,9 Grad Celsius
Delta (Luft-Wasser) 650 UPM	7,1 Grad Celsius	9,0 Grad Celsius	9,9 Grad Celsius
Delta (Luft-Wasser) 850 UPM	5,5 Grad Celsius	6,2 Grad Celsius	5,7 Grad Celsius
Delta (Luft-Wasser) 1000 UPM	5,3 Grad Celsius	5,4 Grad Celsius	5,1 Grad Celsius
Durchfluss	151,0 Liter pro Stunde	140,0 Liter pro Stunde	137,0 Liter pro Stunde
FAZIT	⊕ Solide Kühlleistung ⊕ Geringes Gewicht ⊕ Sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis	⊕ Sehr gute Verarbeitung ⊕ Geringe Höhe ⊖ Mäßige Kühlleistung	⊕ Geringe Höhe ⊕ Sehr gute Verarbeitung ⊖ Mäßige Kühlleistung
	Wertung: **2,40**	Wertung: **2,62**	Wertung: **2,79**

GTX 480 unter Wasser

Nvidias GF100 richtig kalt stellen – H_2O macht es möglich.

Im Falle der Geforce GTX 480 bleiben aufgrund der immensen Abwärme von über 300 Watt unter Volllast Leisetreter in Form von alternativen Luftkühlern vorerst noch ein Wunschtraum und auch leistungsstärkste Kühllösungen von den bekannten Platzhirschen versagen hier bis auf den Spitfire den Dienst. Somit bleibt dem geneigten Bastler neben dem lauten und nicht gerade kalten Referenzkühler nur der Griff zu einem Wasserkühler, denn hier gibt sich der Markt schon deutlich belebter. Welche Kühlfläche hier für angenehme Temperaturen notwendig ist, klären wir mittels drei Radiatoren auf den folgenden Seiten.

Der richtige Wasserkühler

Inzwischen reagiert der Wasserkühlungsmarkt rasch auf Hardware-Neuerscheinungen. So wundert es kaum, dass bereits wenige Wochen nach dem Release der Geforce-GTX-400-Serie die ersten Wasserkühler den Markt bevölkern. Koolance, Aqua Computer, EK Waterblocks oder doch die Lösung aus dem Hause Watercool? Schnell kommt die Frage auf, welcher Kühler nun der beste ist. Sämtliche Neuerscheinungen testen wir daher im Extreme-Forum. Den umfangreich bebilderten Test finden Sie daher im Wakü-Bereich unseres Forums www.pcghx.de.

Die Idee der Praxis

Eine Wasserkühlung arbeitet immer nur so gut wie ihr schwächstes Glied. Solange ein Mindestdurchfluss von mehr als 60 Litern pro Stunde erreicht wird, ist die Pumpe und Verschlauchung als unkritisch zu erachten. Vielmehr kommt es auf den Wärmeübergang von der Hitzequelle an das Kühlmedium und anschließend von Letzterem an die Umgebungsluft an. Somit spielen Kühlkörper und Radiator eine wichtige Rolle im Wasserkreislauf. Im Falle des Kühlkörpers setzen wir den leistungsstarken Fullcover-Wasserkühler aquagrafx GTX 480 von Aqua Computer ein. Nun bleibt die Frage nach dem passenden Radiator, die wir anhand von drei unterschiedlichen Kühlkreisläufen beantworten wollen. Zusätzlich testen wir jede Einstellungeinmal mit und ohne CPU im Kreislauf.

Testmethodik

Für die Wasserkühlungstests verwenden wir die gleichen Methoden wie für die Luftkühler. Auch hier müssen die unterschiedlichen Kreisläufe 30 Minuten lang den „Ice"-Level von *Crysis* durchlaufen, während wir mittels GPU-Z und Coretemp die Kerntemperaturen von Grafikchip und Prozessor protokollieren. Da die Geforce GTX 480 kein direktes Auslesen der Spannungswandlertemperaturen zulässt, befestigen wir auf der Platinenrückseite einen empfindlichen Sensor und lesen die Temperaturen anschließend über das externe K102-Thermometer von Voltcraft aus. Ein weiterer Sensor im Ausgleichsbehälter liefert uns zudem die Wassertemperaturen. Ein 15-minütiger Stresstest mit dem Tool Furmark (v1.6.5) bringt die Kreisläufe zusätzlich fernab der Praxis ans Limit. Zusätzlich belasten wir hierbei die CPU mit dem Tool Coredamage, um den Worst-Case abzubilden.

Die Radiatoren

Unser erster Testkandidat tritt in Form des Xtreme Single 120 von Magicool an. Für rund 25 Euro bekommt der geneigte Käufer einen fünf Zentimeter dicken Radiator, der Platz für einen 120-Millimeter-Lüfter bietet und mit seinem mittelweiten Lamellenabstand ein sehr gutes Preis-Leistungs-Verhältnis bietet. Kombiniert mit einer günstigen Pumpe, lässt sich so ein einfacher Kreislauf nur für die Grafikkarte aufbauen.

Der Hardware Labs Blackice SR1-240 bietet Platz für zwei 120-Millimeter-Lüfter und repräsentiert in unserem Test die Mainstream-Lösung, wie sie in vielen Gehäusen Platz findet. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Kombination mit Grafikkarte und Prozessor zusammen im Kühlkreislauf. Ob hier die gebotene Kühlfläche des Wärmetauschers ausreicht, werden unsere Messungen zeigen.

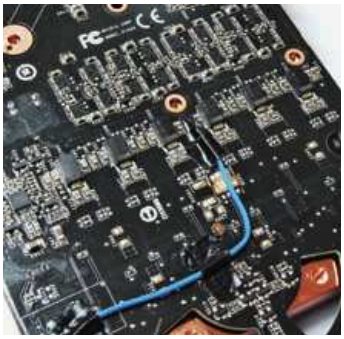
Abgerundet wird das Testensemble durch den Blackice SR1-420, ebenfalls aus dem Hause Hardware Labs. Der sehr gut verarbeitete Radiator bietet Platz für gleich drei 140-Millimeter-Lüfter und ist speziell ▷

Das Testsystem

Das Testsystem und der Wasserkreislauf werden offen aufgebaut. Die Testgrafikkarte in Form eine Zotac Geforce GTX 480 platzieren wir auf einem Asus Rampage III Extreme, welches wir mit einem Intel Core i7-920 bestücken. Um praxisnahe Einstellungen zu treffen, übertakten wir den Vierkernprozessor zudem auf 3.800 MHz bei 1,200 Volt Kernspannung (200 MHz x 19). Als Arbeitsspeicher nutzen wir ein 6-GiByte-Kit von Corsair (TR3X6G1600C7), das mit DDR3-1600 und den Timings 7-7-7-20 arbeitet. Die Pumpe, eine Aqua Computer Aquastream XT Ultra, befördert das destillierte Wasser aus einem Magicool AGB 250 in den Kreislauf. Das Kühlmedium durchfließt nun den „aquagrafx GTX 480"-Wasserkühler. Anschließend läuft das Wasser gegebenenfalls in den CPU-Kühler HF 14 Yellowstone von Alphacool, den wir auf dem Prozessor platzieren. Sollte sich die CPU nicht im Kreislauf befinden, montieren wir einen Noctua NH-12P SE2. Nachdem das Wasser nun noch den Wärmetauscher durchfließt, schließt sich der Kreislauf im Ausgleichsbehälter. Die Verschlauchung erfolgt mittels TFC Feser Tube in der Größe 13/10 mm. Den Wärmeübergang an Grafikkarte und Prozessor übernimmt „Gelid GC-Extreme"-Wärmeleitpaste. Als Lüfter kommen Phobya Nano-G12/14 zum Einsatz. Die Drehzahl fixieren wir auf 800 Umdrehungen pro Minute, um den Lautstärkeaspekt einer Wasserkühlung nicht aus den Augen zu verlieren.

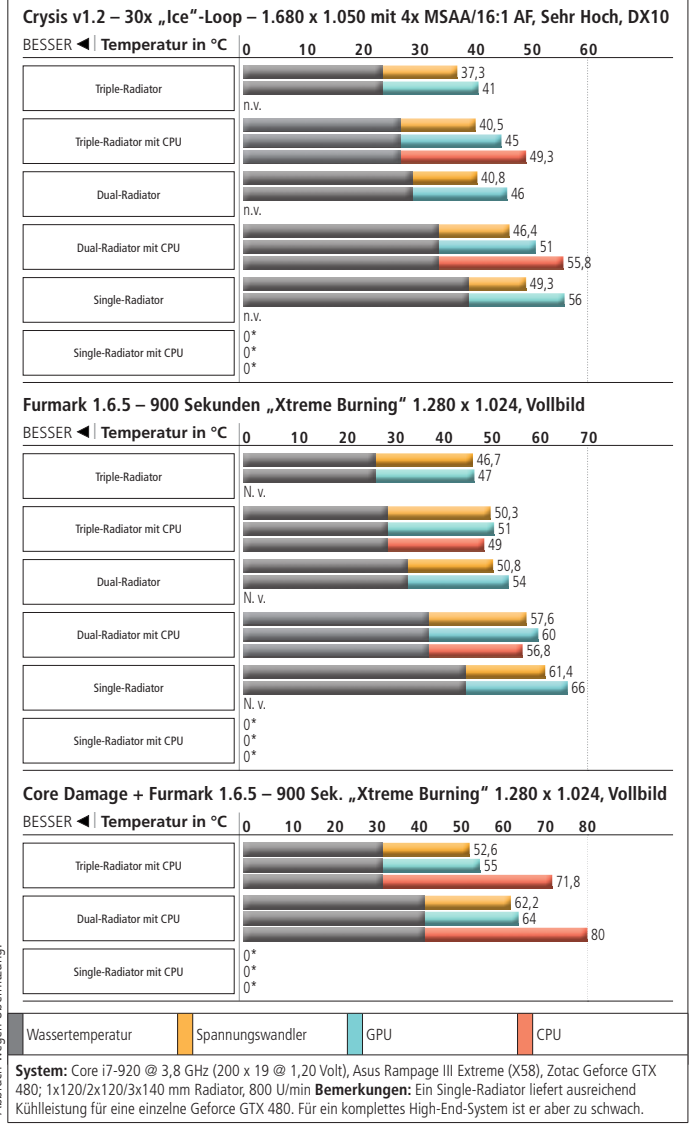
Bilder: Christian Beck

Unsere drei Testkandidaten machen hintereinander aufgestellt den Größenunterschied der Kühlfläche deutlich. Die Preisspanne der Radiatoren reicht von 25 bis 100 Euro.



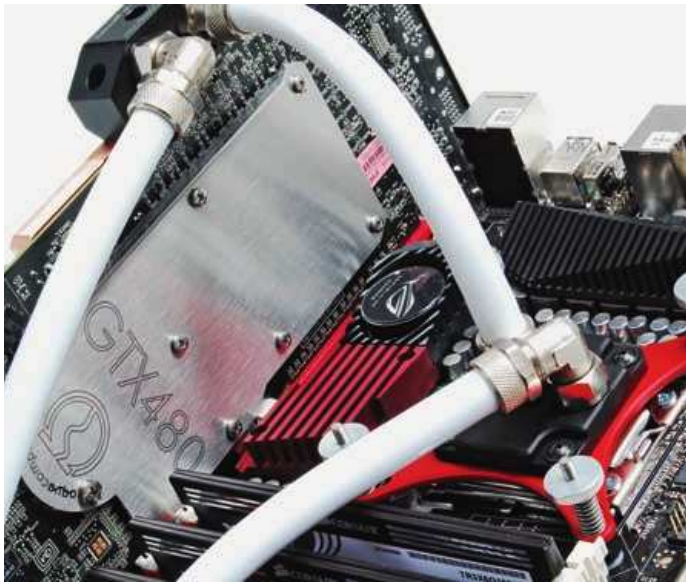
Die Spannungswandlertemperatur ermitteln wir mit einem externen Sensor. Auch die Hersteller erkennen die Brisanz der Wandler und statten die Kühler mit Strukturen aus.

Kühlleistung: Single- vs. Dual- vs. Triple-Radiator



*Abbruch wegen Überhitzung!

System: Core i7-920 @ 3,8 GHz (200 x 19 @ 1,20 Volt), Asus Rampage III Extreme (X58), Zotac Geforce GTX 480; 1x120/2x120/3x140 mm Radiator, 800 U/min **Bemerkungen:** Ein Single-Radiator liefert ausreichend Kühlleistung für eine einzelne Geforce GTX 480. Für ein komplettes High-End-System ist er aber zu schwach.



Aqua Computer versieht den aquagrafx GTX 480 mit einer Backplate, um optimalen Anpressdruck an Spannungswandlern und GPU zu garantieren.

auf den Betrieb mit langsam rotierenden Lüftern ausgerichtet. Er stellt die High-End-Lösung dar und soll zeigen, wie gut er mit Prozessor und Grafikkarte im Wasserkreislauf zurechtkommt.

Auswirkungen auf das Übertaktungspotenzial

Unser erster Blick gilt dem Übertaktungspotenzial unserer Testgrafikkarte. Mit dem Referenzlüfter können wir anstelle der Standardwerte von 700/1.401/1.846 MHz für GPU, Shader und Speicher eine Steigerung auf 825/1.650/1.950 MHz verbuchen. Nach der Montage des Fullcover-Wasserkühlers steigt das Übertaktungspotenzial nochmals deutlich: Jetzt können wir den Pixelbeschleuniger mit 875/1.750/1.950 MHz betreiben. Der GF100-Chip profitiert somit merklich von den deutlich niedrigeren Temperaturen. Der Speicher zeigt sich dagegen vollkommen unbeeindruckt.

Auswertung: Nur Grafikkarte im Kreislauf

Befindet sich als Wärmequelle nur die Geforce GTX 480 im Wasserkreislauf, halten alle drei Wärmetauscher der Abwärme stand. Natürlich mit mehr oder weniger guten Ergebnissen: So schafft es der kompakte Single-Radiator, im Spielebetrieb zu überzeugen, und hält die GPU und die Spannungswandler auf geringen 56 respektive 49,3 Grad Celsius. Die Wassertemperatur liegt mit 39,3 Grad Celsius im vertretbaren Rahmen. Mit dem Furmark-Stresstest werden GPU und Spannungswandler zwar nur rund 10 Grad Celsius wärmer, aber die Wassertemperatur erhöht sich auf grenzwertige 45 Grad Celsius. Eine Anpassung der Lüftergeschwindigkeit wäre hier angebracht. Es bleibt aber festzuhalten, dass der kleinste Spross mit geringer Geräuschkulisse zu angenehmen Temperaturen führt. Dual- und Triple-Radiator haben mit dem hitzköpfigen Pixelbeschleuniger dagegen leichtes Spiel. Im Spielebetrieb bleibt selbst der Dual-Radiator bei GPU oder Spannungswandlern unter der 50-Grad-Celsius-Schwelle. Erst der Worst-Case in Form des Furmarks überschreitet diese leicht. Die Wassertemperaturen bleiben mit 29,3 respektive 33,4 Grad Celsius im grünen Bereich. Mit dem Triple-Radiator fallen die Temperaturen noch geringer aus. Nur 45 und 40,5 Grad Celsius VRM- und GPU-Temperatur bei 27,3 Grad Celsius Wassertemperatur ermitteln wir mittels *Crysis*. Furmark erwärmt das Wasser kaum mehr: 29,4 Grad Celsius erzeugen 51/50,3 Grad Celsius GPU-/VRM-Temperatur.

Auswertung: Grafikkarte und CPU im Kreislauf

Bringen wir die CPU als zweite Wärmequelle in den Kreislauf ein, versagt der Single-Radiator erwartungsgemäß den Dienst. Aufgrund hoher Wassertemperaturen und Throttelingn an CPU und Grafikkarte brechen wir die Versuche hier ab. Einen besseren Eindruck hinterlässt der Dual-Wärmetauscher: Im Spielebetrieb mit *Crysis* hält er die GPU- und VRM-Temperaturen mit 51 und 46,4 Grad Celsius auf sehr gutem Niveau. Die CPU erreicht im Schnitt niedrige 55,8 Grad Celsius. Mit Furmark fallen die Werte an der Grafikkarte rund 10 Grad wärmer aus. Die CPU zeigt sich unbeeindruckt und die Wassertemperatur steigt von 34 auf 37,7 Grad Celsius. Wird der Prozessor zusätzlich voll ausgelastet, steigen die Temperaturen auf 64 bzw. 62,2 Grad Celsius an GPU und VRM. Die CPU wird dabei rund 80 Grad warm, die Wassertemperatur pendelt sich bei rund 42 Grad Celsius ein.

Der Triple-Radiator bietet ein noch besseres Bild und ist selbst für Silent-User eine Option: Im normalen Spielebetrieb hält er die Wassertemperatur bei 27,3 Grad Celsius und die Komponenten mit 45/40,5/49,3 Grad Celsius erstaunlich kühl (GPU/VRM/CPU). Der Furmark steigert die Temperaturen nur geringfügig auf 51/50,3/49 Grad. Erst der Einsatz von Furmark plus Core Damage fordert den Radiator, hier ermitteln wir 55/52,6/71,8 Grad Celsius bei 32,4 Grad Celsius Wassertemperatur. *(ms/cb)*

Fazit

Wasserkühlung für die GTX 480

Es ist bei der Geforce GTX 480 durchaus möglich, Lautstärke und Temperaturen – auch die der Spannungswandler – unter Kontrolle zu bringen. Wo Luftkühler an ihre Grenzen stoßen, lohnt sich folglich der Griff zur Wasserkühlung, was unsere Tests auch eindrucksvoll belegen. Wer allerdings nicht auf eine bestehende Wasserkühlung zurückgreifen kann, muss mit rund 200 Euro tief in die Tasche greifen, erhält dafür aber eine leistungsstarke Kühlung für den Pixelbeschleuniger.

Overclocking-Session mit 800 Litern Flüssigstickstoff und 100 Kilo Trockeneis

Die zweite PCGH-EOS

Am Wochenende vom 6. bis zum 8. August trafen sich über ein Dutzend Extrem-Übertakter auf der zweiten PC-Games-Hardware-Extreme-Overclocking-Session in Baden-Württemberg.

Der aus dem PCGHX-Forum bekannte Moderator und Extrem-Übertakter Roman „der8auer" Hartung organisierte bereits zum zweiten Mal eine Extreme-Overclocking-Session nach der im Jahr 2009. Am Freitag fiel der offizielle Startschuss im Gemeindehaus von Langenbeutingen, als nach einem Grillabend gegen 21 Uhr der -192 Grad Celsius kalte Flüssigstickstoff freigegeben wurde. Danach wurde bis zum Sonntagmorgen übertaktet.

Tweaking-Wettbewerb

Neben dem Übertakten der eigenen mitgebrachten Hardware durfte sich jeder Teilnehmer auch an einem im Vorfeld unbekannten System versuchen. Es galt, in 30 Minuten die niedrigste Super-Pi-1M-Zeit und die höchste Framerate im 3D-Mark-03-Test „Mother Nature" zu erreichen. Die Kombination aus einer Einsteiger-Grafikkarte mit hohem OC-Potenzial und einem kaum zu übertaktenden Atom D510 – mehr als 5 MHz FSB zusätzlich führte zu Abstürzen – sorgte für Spannung. Der amtierende „Hwbot Hardware King" Turrican konnte sich am Ende durchsetzen: Ihm gelang es, das System gut für Super Pi zu optimieren und die Geforce 8400 GS in wenigen Minuten ans Limit zu übertakten.

Die EOS kennt keine Grenzen

Wie letztes Jahr kamen nicht nur Bencher aus dem Hwbot-Team von PC Games Hardware zur EOS. Auch Übertakter aus den Teams Awardfabrik, Freeocen, Hardwareluxx und Ocxtreme nutzten die Gelegenheit, mit Gleichgesinnten auf Rekordjagd zu gehen und neue Leute kennenzulernen. Auch eine mehrstündige Anreise (zum Teil aus Österreich) hielt die Benchmark-Gurus nicht davon ab, an der Overclocking-Session teilzunehmen. Einhellige Meinung der Teilnehmer: Die EOS rockt! *(sw)*

Bild: Andre Klatt

14 Bencher und viele Besucher trafen sich im Gemeindehaus Pluspunkt.

800 Liter Flüssigstickstoff standen zur Verfügung. Der Großteil davon wurde in rund 30 Stunden aufgebraucht. Zur Verwendung musste der Flüssigstickstoff erst in kleinere Gefäße wie Thermoskannen umgefüllt werden.

Tweaking-Wettbewerb: die Ergebnisse

Rang	Punkte	Name	Super Pi 1M	3DMark 03 „Mother Nature"
1.)	22	Turrican	1 Min. 24,755 s	40,3 Fps
2.)	20	fuzz3l	1 Min. 25,207 s	40,8 Fps
3.)	19	McZonk	1 Min. 25,036 s	39,9 Fps
4.)	17	RedCobra	1 Min. 25,129 s	39,4 Fps
5.)	14	Dr.House	1 Min. 25,987 s	40,1 Fps
6.)	13	sn@ke	1 Min. 24,630 s	32,1 Fps
7.)	12	TrueMonkey	1 Min. 25,659 s	39,1 Fps
8.)	10	Alriin	1 Min. 26,003 s	39,3 Fps
	10	CrashStyle	1 Min. 25,457 s	33,4 Fps
9.)	7	speedy411	1 Min. 25,800 s	33,0 Fps
10.)	6	Eiswolf93	1 Min. 26,346 s	34,1 Fps
	6	Kovsk	1 Min. 27,594 s	36,2 Fps

Hardware am Limit dank aufwendiger Kühlung

Extrem-Kühlung

Mit Kompressor, Trockeneis oder flüssigem Stickstoff lässt sich Hardware an ihre Grenzen treiben. Wichtig: Manche Kühlmethoden bergen Gesundheitsrisiken. Wir zeigen, worauf Sie achten müssen.

Taktregionen von fünf bis acht Gigahertz oder mehr können im Normalfall nur mithilfe von Trockeneis, Flüssigstickstoff und ähnlichen Kühltechniken erreicht werden. Wir beleuchten, wie dies in der Praxis umgesetzt wird und welche Probleme dabei entstehen.

Hwbot

Die Webseite Hwbot.org ist die weltgrößte Datenbank für OC-Ergebnisse. Hier messen sich aktuell über 25.000 Mitglieder in den verschiedensten Benchmarks. Um in den Top 100 mitmischen zu können, sind extreme Kühlmethoden unerlässlich. Aus diesem Grund sind auch fast alle Extrem-Overclocker dort zu finden. Auch PC Games Hardware hat bei Hwbot.org ein erfolgreiches Team. Mehr Informationen dazu finden Sie unter WEBCODE 278B (extreme.pcgameshardware.de/hwbot-teamforum/102) und im Artikel „Hwbot“ in diesem Sonderheft.

Trockeneis und Stickstoff

Extreme Kühlmethoden wie mit Trockeneis und flüssigem Stickstoff erfordern spezielle Kühler. Die sogenannten „Container“ oder „Pots“ sind meist Sonderanfertigungen und werden je nach Einsatzgebiet entsprechend entworfen. Das Grundprinzip ist allerdings bei allen Kühlern gleich: Ein ausgehöhlter Zylinder wird mit einer Halterung liegend auf dem Mainboard verschraubt. Das System befindet sich dabei meist auf einem speziellen Benchtable oder im offenen Aufbau und nicht im Gehäuse.

Als Grundmaterialien eignen sich Metalle mit sehr großer Wärmeleitfähigkeit. Kupfer hat nach Silber die besten Wärmeleiteigenschaften und rangiert noch weit vor Aluminium. Allerdings ist Kupfer mit etwa fünf Euro pro Kilogramm wesentlich teurer als Aluminium mit etwa zwei Euro pro Kilogramm.

Die Unterschiede bei Containern liegen bei Form, Masse und Struktur. Pots für Trockeneis sollten eine sehr gute Struktur mit hoher Oberfläche haben. Dabei darf die Masse nicht zu groß sein, da die Kühlleistung des Trockeneises ansonsten nicht ausreicht, um niedrige Temperaturen zu erreichen. Für Trockeneis eignen sich daher Kombinationskühler mit Kupferboden und Aluaufsatz oder aufgelötetem Kupferrohr. Kühler für flüssigen Stickstoff hingegen benötigen eine sehr große Masse, um mögliche Temperaturschwankungen auszugleichen. Vollkupfer-Container mit großer Oberfläche eignen sich hierfür am besten. So ist es möglich, den Chip bis auf wenige Grad Celsius über dem „Coldbug“ (dazu später mehr) zu betreiben.

Um die Temperatur im Pot zu kontrollieren, werden Temperatursensoren im unteren Teil des Containers, möglichst nahe der CPU, installiert. Eine preisgünstige Lösung sind beispielsweise Thermoelemente.

Nebenwirkungen

Kondenswasser ist Ihr größter Feind bei extremen Kühlmethoden. Befindet sich eine Komponente unterhalb der Umgebungstemperatur, so kondensiert dort das Wasser aus der umliegenden Luft. Die extrem kalten Container werden deshalb mit speziellen Dämmstoffen isoliert, meist Armaflex.

Auch die gekühlten Komponenten wie Mainboard und Grafikkarte müssen gegen Schäden geschützt werden. Bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes bildet sich schnell Eis auf der Hardware. Da dieses keinen elektrischen Strom leitet, bereitet es meist keine Probleme. Kondenswasser hingegen kann Kriechströme verursachen, wodurch es schnell zu Ausfällen

der Komponenten kommt. In diesem Fall muss das komplette System wieder aufgetaut und getrocknet werden. Um dies zu vermeiden, werden auch die restlichen Komponenten isoliert, beispielsweise mit Armaflex. Schäden an der Hardware durch Kondenswasser treten allerdings sehr selten auf.

Coldbug

Ein weiteres Problem ist der sogenannte Coldbug. Dieser beschreibt das Phänomen, dass Halbleiterbauelemente, in diesem Fall CPUs oder GPUs, ab einer gewissen Temperatur nicht mehr arbeiten können. Die Temperatur, bei welcher der Coldbug auftritt, ist je nach Generation unterschiedlich und muss deshalb für jeden Prozessor neu ermittelt werden. Dazu wird die CPU so lange heruntergekühlt, bis das System sich von allein abschaltet. Bei älteren Athlon-64-Prozessoren kann dies bereits ab wenigen Grad Celsius unter null der Fall sein. Der Coldbug bei Core-2-CPUs liegt meist bei etwa -130 Grad Celsius. Aktuelle Phenom-II-Prozessoren haben hingegen keinen Coldbug und eignen sich daher auch, um mit dem extrem kalten, flüssigen Helium gekühlt zu werden.

Befindet sich die Temperatur wieder oberhalb jener des Coldbugs, arbeitet die Hardware anschließend normal weiter. Schäden entstehen dadurch normalerweise nicht.

Trockeneis

Als Trockeneis bezeichnet man festes Kohlenstoffdioxid (CO_2), da es bei einer Temperatur von -78 Grad Celsius sublimiert, also vom festen in den gasförmigen Zustand übergeht. Dies ist neben der Temperatur die wichtigste Eigenschaft des Trockeneises. Dem Container wird so die Wärmeenergie entzogen und das CO_2 verlässt den Pot wieder im gasförmigen Zustand. Dadurch kann immer wieder neues Trockeneis nachgefüllt werden, ohne dass der Container geleert werden müsste, wie es etwa bei normalen Eiswürfeln der Fall wäre.

Unter Extrem-Overclockern wird Trockeneis meist als „DICE“ bezeichnet, was sich von dem englischen Begriff „Dry Ice“ ableitet. Trockeneis ist vor allem bei Einsteigern sehr beliebt, da es mit ein bis drei Euro pro Kilogramm günstig und leicht zu handhaben ist. Trockeneis kann sehr einfach über verschiedene Online-Shops bezogen werden. Durch den Versand entstehen allerdings zusätzliche Kosten und die erhaltene Menge entspricht aufgrund der Versandzeit meist nicht dem bestellten Gewicht. Eine Alternative sind Firmen für Trockeneisreinigung. Diese sind meist günstiger und der Verlust durch den Versand bleibt aus.

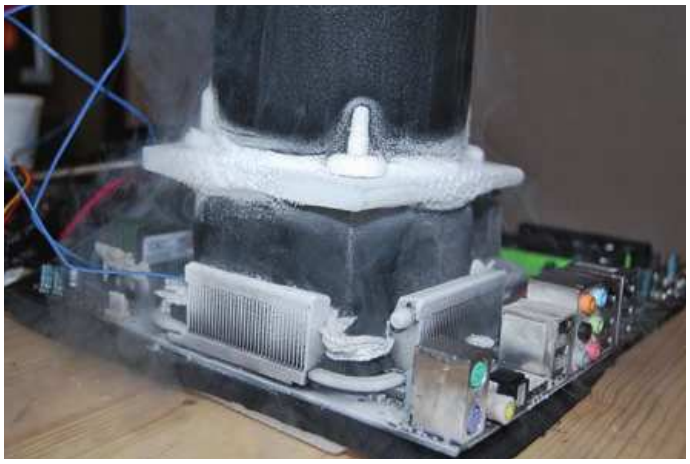
Im Gegensatz zu flüssigem Stickstoff sind bei Trockeneis keine besonderen Lagertanks nötig. Zur Aufbewahrung eignen sich einfache Styroporboxen, die allerdings nicht ideal isolieren. So kommt es je nach Umgebungstemperatur schnell zu Verlusten. Bei längerer Lagerung ist es deshalb hilfreich, die Box in einem kühlen Raum oder gar einer Tiefkühltruhe aufzubewahren.

Anwendungsformen

Je nach Wunsch ist Trockeneis in verschiedenen Formen erhältlich – Platten oder 3-mm-Pellets werden meist verwendet. Letztere eignen sich besonders gut, da Pellets direkt benutzt werden können. Platten hingegen müssen zuerst von Hand zerkleinert werden. Wegen der geringeren Oberfläche lassen sich Platten allerdings wesentlich länger lagern als 3-mm-Pellets. Zum Umfüllen aus den Boxen in die Container eignen sich am besten Metall-Thermoskannen oder andere isolierte Gefäße.

Um die Kontaktfläche zwischen Kühler und Trockeneis zu erhöhen, ist ein Zusatzmedium notwendig. Hier eignen sich viele verschiedene Flüssigkeiten. Voraussetzung ist allerdings, dass das Zusatzmedium bei -78 Grad Celsius noch flüssig ist. Am häufigsten wird hierzu 99-prozentiges Ethanol oder Isopropylalkohol (auch Isopropanol) verwendet. Letzteres ist für wenige Euro in Apotheken erhältlich. Beim Kauf spielt die Reinheit eine entscheidende Rolle, da Apotheken meist mit Wasser verdünntes Isopropanol verkaufen. Ist es beispielsweise nur zu 60 Prozent rein, kommt es zu einer Verklumpung und die Kühlleistung nimmt ab. Je nach Container, Prozessor und Zusatzmedium sind in der Regel Temperaturen von -60 bis -70 Grad Celsius möglich.

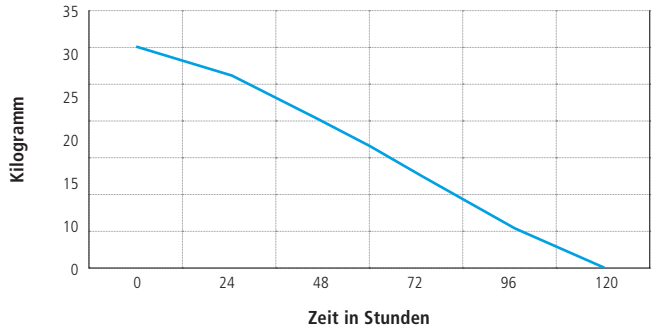
Wichtig: Beim Umgang mit Trockeneis sollten unbedingt Kälteschutzhandschuhe und Schutzbrille getragen werden, da es schon bei kurzem Kontakt zu Kälte- ▷



Beim Einsatz von Trockeneis oder flüssigem Stickstoff (im Bild) kann sich Eis auf den Komponenten bilden. Dies ist nicht gefährlich – Kondenswasser hingegen schon.

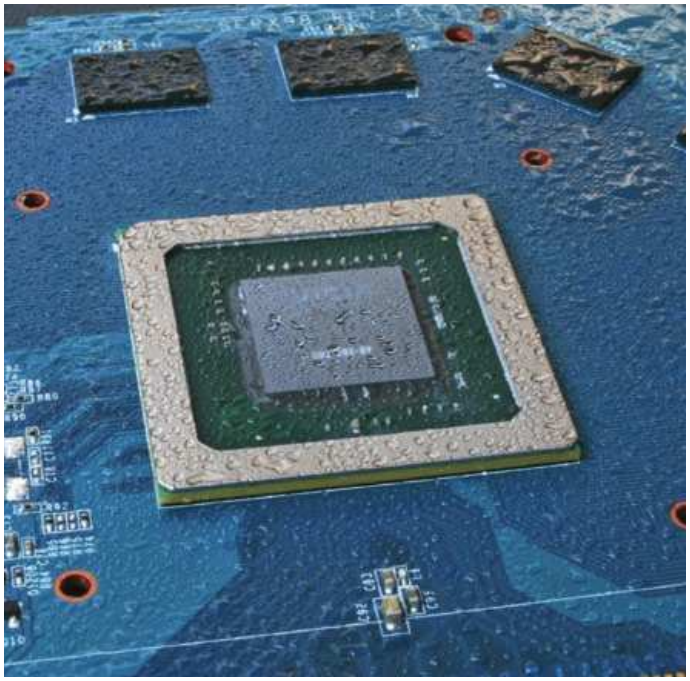
Trockeneis schwindet mit der Zeit

So viel Trockeneis bleibt nach einer bestimmten Zeit übrig:

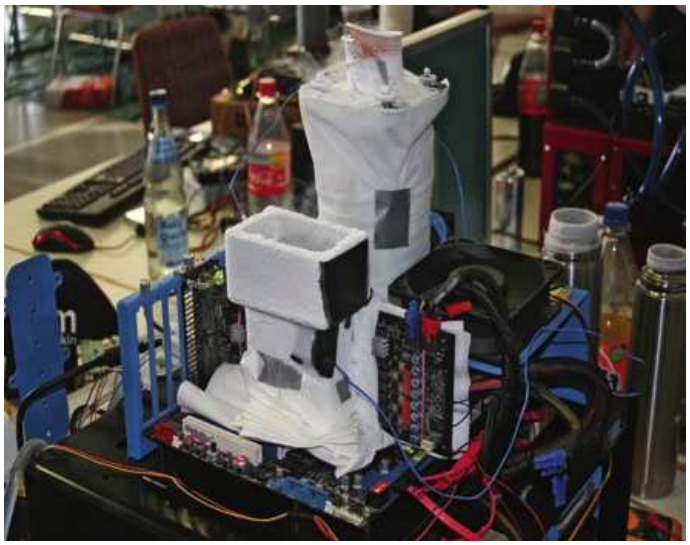


■ Trockeneis in Kilogramm

Bemerkungen: Trockeneis schwindet mit der Zeit und sollte daher nicht allzu lange zwischengelagert werden.

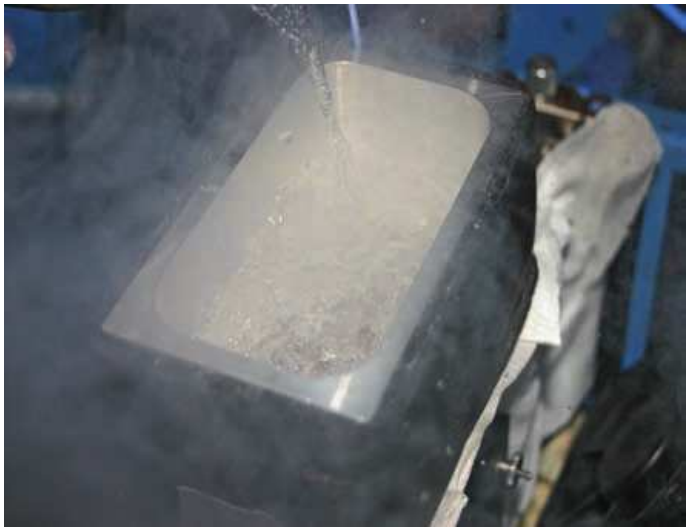


Kondenswasser auf einer Geforce 9800GT nach dem Auftauen: Bevor die Karte wieder eingesetzt wird, muss natürlich das Wasser vollständig entfernt werden.



Das Testsystem für die Benchmarks besteht aus einem Core 2 Duo E8600, dem X48-Mainboard Asus Rampage Extreme, OCZ-Blade-RAM und einer Geforce GTX285.

Eine MSI Geforce GTX275 Lightning mit montiertem der8auer-GPU-Pot: Gut zu sehen ist das Bohrloch, in das ein Temperaturmessfühler gesteckt werden kann.



Siedender Flüssigstickstoff in einem GPU-Container: Ein Aluminiumaufsatz erleichtert das Einschütten, sodass kein Flüssigstickstoff versehentlich auf das Board gelangt.

verbrennungen kommen kann. Das Kohlenstoffdioxidgas verdrängt in geschlossenen Räumen die restliche Luft. Eine gute Belüftung ist daher Pflicht. Seien Sie sehr vorsichtig: Es besteht Erstickungsgefahr!

Flüssigstickstoff (1)

An diesem Kühlmedium führt kein Weg vorbei, wenn neue Weltrekorde das angestrebte Ziel sind. In der Extrem-Overclocking-Szene wird hierfür meist der Begriff LN_2 (englisch: Liquid Nitrogen) verwendet. Flüssiger Stickstoff ist wasserähnlich und hat eine Temperatur von -196 Grad Celsius. Aus diesem Grund sind spezielle Lagergefäße zur Aufbewahrung nötig. Die sogenannten Deware sind doppelwandige Metallgefäße, die zur Isolierung hochvakuumisiert sind.

Der Neupreis eines solchen Behälters liegt je nach Größe bei mehreren tausend Euro. Viele LN_2-Händler verleihen deshalb die Behälter zu einem hohen Preis. Empfehlenswerter sind gebrauchte Deware für mehrere hundert Euro. Allerdings besteht dann das Risiko, dass das Vakuum nicht mehr intakt ist. Dies ist an einer starken Eisbildung an der Außenwand des Behälters erkennbar. Ein guter Lagertank hat dagegen nur eine Verdampfungsrate von etwa einem Liter pro Tag.

Flüssigstickstoff (2)

Im Handel kostet ein Liter LN_2 je nach Verkäufer und Abnahmemenge zwischen einem und vier Euro. Wer bereits einen Dewar besitzt, sollte bei der örtlichen Besamungsstation nachfragen. Diese haben fast immer Flüssigstickstoff vorrätig und verkaufen es zu günstigen Preisen. Für den Transport von Dewar zum Container eignen sich metallische Thermoskannen am besten. Glasthermoskannen können durch den plötzlichen Temperaturabfall platzen und sollten unter keinen Umständen verwendet werden.

Mit flüssigem Stickstoff kann nahezu jede Temperatur zwischen 0 und -190 Grad Celsius gehalten werden. Voraussetzung dafür ist ein Container mit großer Masse, um Temperaturschwankungen zu vermeiden, und Erfahrung im Dosieren des LN_2.

Wichtig: Flüssiger Stickstoff kann aufgrund der niedrigen Temperatur schnell zu schweren Kälteverbrennungen führen. Kälteschutzhandschuhe und Schutzbrillen sind – wie bei Trockeneis – Pflicht.

Extremste Kühlung

Bereits im vergangenen Jahr verwendeten Extrem-Overclocker flüssiges Helium (LHe), um Phenom-II-CPUs ohne Colbug noch weiter auszureizen. Flüssighelium siedet bei etwa -268 Grad Celsius und ermöglicht so eine noch extremere Kühlung und Übertaktung als mit Flüssigstickstoff. Hierbei muss der Container zuerst mit LN_2 vorgekühlt werden, da sonst die Temperaturdifferenz zwischen Kühler und LHe zu groß ist und nur eine sehr schlechte Wärmeübertragung stattfindet. Die gemessene Temperatur am Container kann dabei Temperaturen von unter -250 Grad Celsius erreichen. Im Vergleich zu Flüssigstickstoff ist eine weitaus größere Menge nötig, um diese niedrigere Temperatur konstant zu halten. LHe kostet etwa zehn Mal so viel wie LN_2 und kann nur in speziellen Kryogefäßen gelagert werden. Deshalb bleibt diese Kühlmethode nur absoluten Profis und besonderen Anlässen vorbehalten.

Kompressor-Kühlung

Eine alternative Kühlmethode zur Container-Variante sind Kompressorkühlungen. Diese basieren auf dem Prinzip eines Kühlschranks und werden mit Strom betrieben. Im Kühlkreislauf befindet sich ein Kältemittel, das bei Raumtemperatur und Umgebungsdruck gasförmig ist. Dieses wird durch einen Kompressor angesaugt und unter hohem Druck verdichtet. Durch die große Kompression wird das Gas stark erhitzt. Anschließend gelangt es in den Verflüssiger. Dort wird die Wärmeenergie bei gleichem Druck abgeführt und das Gas wird somit flüssig. Dieser gesamte Abschnitt wird als Hochdruckseite bezeichnet. Das flüssige Kältemittel wird nach dem Verflüssiger durch das Kapillarrohr geleitet. Hier erfolgt die Trennung von Hoch- und Niederdruckseite. Bei niedrigerem Druck nimmt das Kältemittel im Verdampfer (Evaporator) Wärmeenergie auf und verdampft wieder. Anschließend beginnt der Kreislauf von vorne.

Singlestage

Die einfachste Variante der Kompressorkühlungen ist die sogenannte Singlestage. Entsprechende Modelle haben nur einen einzelnen Kompressorkreislauf und errei-

chen Temperaturen von bis zu -45 Grad Celsius am Evaporator. Dieser wird direkt auf die CPU oder GPU geschraubt. Bei perfekter Isolation des CPU-Sockels und des Mainboards ist auch ein 24-Stunden-Betrieb möglich. Der Preis einer Singlestage liegt je nach Ausstattung bei etwa 500 bis 800 Euro. Für Dauer-Bencher eine sehr gute Alternative zum Trockeneis.

Chiller

Chiller ähneln sehr stark der Singlestage. Allerdings wird hier die Wärme nicht direkt der CPU oder GPU entzogen, sondern dem Wasser. Deshalb werden Chiller oft auch als Durchlaufkühler bezeichnet. Chiller ersetzen so den Radiator in einer Wasserkühlung und können Temperaturen von bis zu -30 Grad Celsius erreichen. Wird die Wassertemperatur unter Raumtemperatur abgekühlt, entsteht auch hier Kondenswasser. Die Isolation der Schläuche ist dann sehr wichtig. Chiller können ebenfalls im Dauerbetrieb verwendet werden. Hier empfiehlt es sich aber, die Wassertemperatur über der Umgebungstemperatur zu halten.

Kaskaden

Kaskaden sind extreme Kompressorkühlungen. Sie arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie die Singlestage. Allerdings wird hier der Kompressorkreislauf mehrfach verdichtet, beispielsweise auf -40 Grad Celsius in der ersten Stufe und auf -80 Grad Celsius in der zweiten. Dies wird dann als zweistufige Kaskade bezeichnet. Je nach Anzahl der Stufen erreichen diese Kühlungen schon das Niveau von flüssigem Stickstoff. Der Preis von mehreren tausend Euro und ein Stromverbrauch von bis zu 2.000 Watt und mehr sollte bei der Anschaffung nicht außer Acht gelassen werden.

Kälteskalierung

Jede Prozessorgeneration skaliert anders bei niedrigen Temperaturen. Um das Maximum mit Wasserkühlung, Kompressorkühlung, Trockeneis und Flüssigstickstoff herauszufinden, haben wir einen Core 2 Duo E8600 getestet – diese CPU ist eine der meistverwendeten in Verbindung mit extremen Kühlmethoden. Im ersten Test haben wir versucht, die höchste CPU-Z-Validierung zu erstellen. Dazu haben wir die Spannungen entsprechend der Kühlmethode angepasst. Anschließend wurde das System in Windows mit dem Tool Set FSB übertaktet und der maximale Takt durch CPU-Z erfasst.

Testergebnisse

Um einen hohen Takt zu erreichen, ist gleichzeitig eine große Kernspannung nötig. Dies ist auch das größte Problem bei der Wasserkühlung. Für den Test wählten wir 1,52 Volt aus, was in einer Temperatur von 69 Grad Celsius im Leerlauf resultierte. Dadurch war ein Takt von 4.629 MHz möglich. Höhere Spannungen wirkten sich ab diesem Punkt negativ aus, da die CPU einfach zu heiß wurde und die Notabschaltung den PC herunterfuhr.

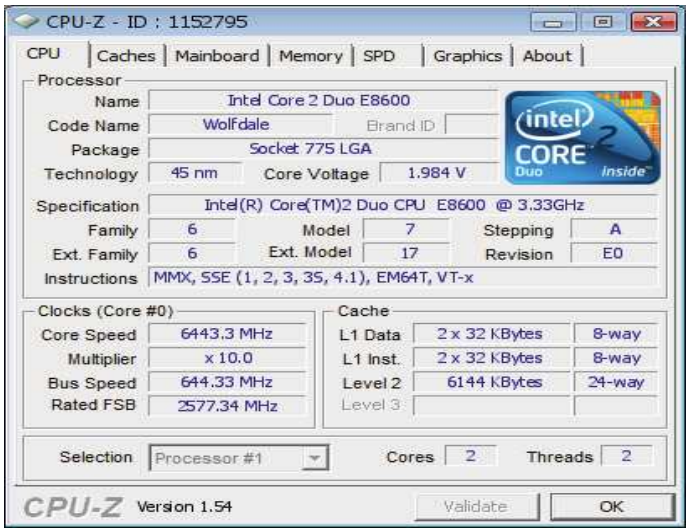
Als Nächstes war die Kompressorkühlung an der Reihe. Die Dimastech Singlestage ermöglicht eine Temperatur von -40 Grad Celsius am Evaporator. Mit 1,69 Volt skalierte der E8600 am besten. So erreichten wir einen Takt von 5.610 MHz. Auch hier brachte eine weitere Erhöhung der Kernspannung keinen Erfolg, da die Singlestage dann deutlich wärmer wurde.

Für die Tests mit Trockeneis wurde ein der8auer-Fusionpot mit Isopropanol als Zusatz verwendet. Am unteren Ende des Containers haben wir eine Temperatur von -68 Grad Celsius gemessen und uns für eine Spannung von 1,80 Volt für diesen kurzen Test entschieden. Durch die hohe Luftfeuchtigkeit und eine Umgebungstemperatur von 31 Grad Celsius hatten wir enorme Probleme mit Kondenswasser auf dem Rampage Extreme und mussten schon nach etwa 30 Minuten wieder auftauen und das System komplett trocknen. Beim zweiten Versuch erzielten wir allerdings ein gutes Ergebnis mit 5.838 MHz.

Bestwert: 6.443 MHz

Um die CPU ans absolute Limit zu treiben, verwendeten wir abschließend flüssigen Stickstoff. Auch hier kam der Container von der8auer zum Einsatz. Um den Coldbug herauszufinden, wurde die CPU zunächst so lange heruntergekühlt, bis sich das System abschaltete. Dies war bei -151 Grad Celsius der Fall. Anschließend hoben wir die Kernspannung im BIOS auf 1,98 Volt an. Die Temperatur hielten wir zwischen -148 und -146 Grad Celsius, um eine weitere Abschaltung zu verhindern. Beim sechsten Anlauf erreichten wir so einen maximalen Takt von 6.443,3 MHz. *(rh)*

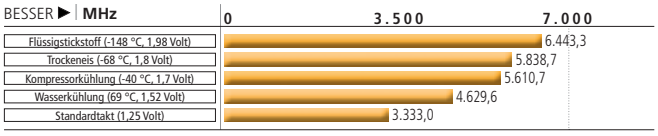
Ein Vollkupfer-CPU-Container von der8auer: In der Innenwand befindet sich eine Rillenstruktur, die die Oberfläche und damit die Temperaturstabilität erhöht.



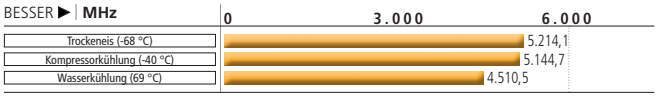
CPU-Z-Validierung eines Core 2 Duo E8600 bei 6.443,3 MHz. Bei fast 2 Volt CPU-Spannung gelingt eine Übertaktung um 3,11 GHz beziehungsweise 93 Prozent.

Extrem-Kühlungen: Flüssigstickstoff vorne

Max. Takt für CPU-Z (Spannung: unterschiedlich, siehe Benchmark-Zeilen)



Max. Takt für Super Pi 1M (Spannung: 1,504 Volt) – Ergänzung: siehe Textkasten



Prozessortakt

System: Intel Core 2 Duo E8600, ASUS Rampage Extreme X48, 4.096 MiByte DDR3-RAM (OCZ Blade, 7-8-7-20), Windows XP **Bemerkungen:** Normalerweise läuft der Core 2 Duo E8600 mit 3.330 MHz. Mit 1,504 Volt und Wasserkühlung reicht es bereits für 4.510 MHz; mit Flüssigstickstoff sind beeindruckende 6.443 MHz möglich.

Ergänzung zum Benchmark

Um herauszufinden, ob eine bessere Kühlung bei gleicher Spannung einen OC-Vorteil bringt, haben wir im zweiten Test die Spannung auf 1,504 Volt festgelegt und nur die Kühlung verändert. Der E8600 wurde schrittweise hochgetaktet. Nach jedem Schritt prüften wir die Stabilität mit SuperPi 1M. Leider hatten wir für diesen Test nicht mehr ausreichend Flüssigstickstoff zur Verfügung und konnten daher nur Wasserkühlung, Kompressorkühlung und Trockeneis verwenden. Hier erkennt man bereits einen Vorteil bei niedriger Temperatur.

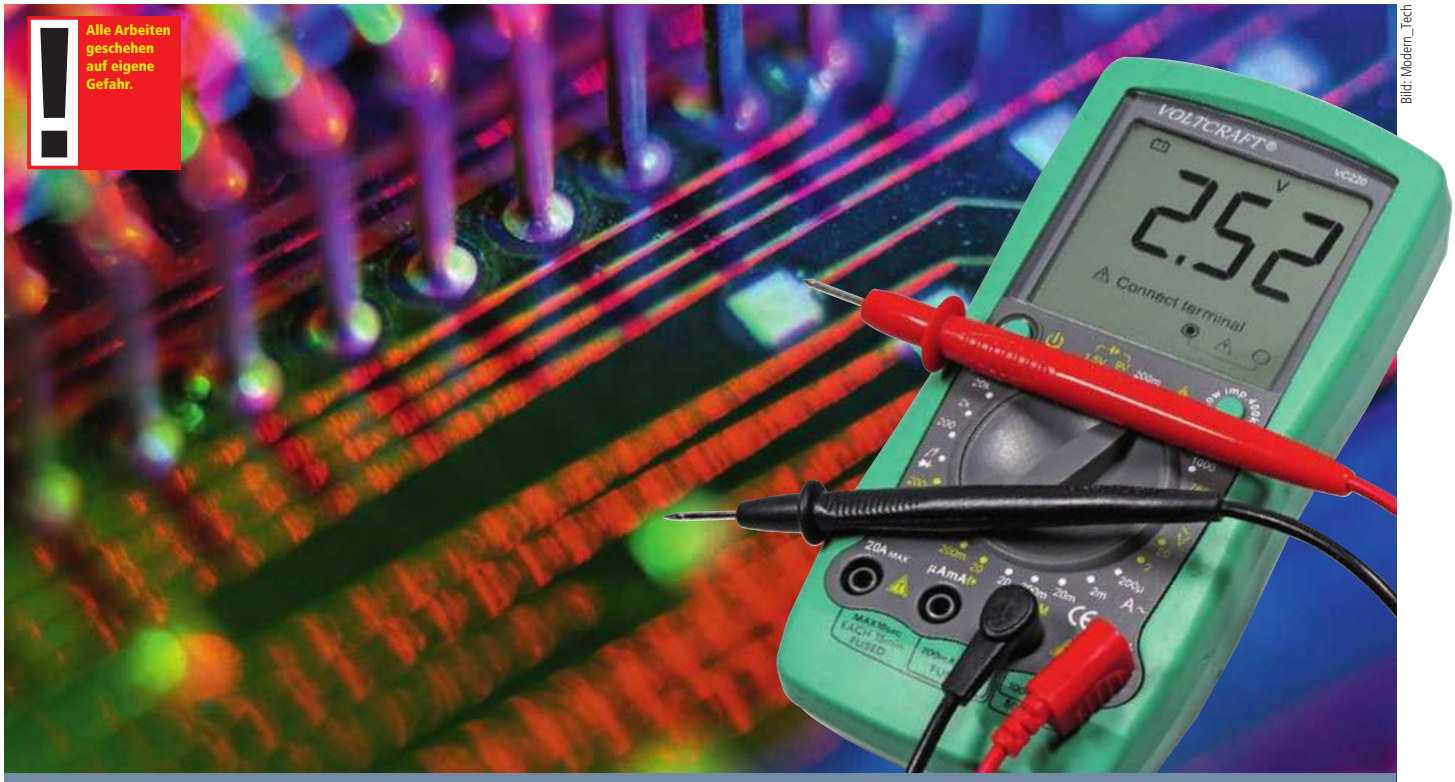


Bild: Modern_Tech

Spannungen für Übertakter aufgeschlüsselt

Spannungen erklärt

Moderne Mainboards bieten im BIOS-Menü unzählige Spannungsoptionen, doch Erläuterungstexte dazu sind fast immer Mangelware. Wir bringen etwas Licht ins Spannungsdickicht.

Die Fülle an Optionen, die Übertakter-Platinen mit sich bringen, hat bereits solche Ausmaße erreicht, dass immer häufiger nur noch durch zahlreiche Untermenüs im BIOS die Übersicht gewährleistet ist. Allein die einstellbaren Spannungen erstrecken sich häufig schon über mehr als einen Bildschirm. Zwangsläufig steigt damit auch die Anzahl an Einträgen, die sich nicht auf Anhieb richtig zuordnen lassen. Leider hilft auch das Handbuch häufig nicht weiter.

CPU-Spannung (VCore)

Diese Spannung betrifft den Hauptprozessor und gilt für AMD und Intel gleichermaßen. Falls Sie die Stromsparfunktion der CPU aktiviert haben und Ihr Betriebssystem richtig konfiguriert ist, wird diese Spannung zusammen mit dem CPU-Takt im Leerlauf deutlich gesenkt. Dies sorgt für niedrigere Kerntemperaturen und einen gesenkten Energiebedarf. Im Gegensatz dazu lässt sich die Taktfrequenz des Prozessors durch eine Anhebung dieser Spannung weiter steigern, als es mit dem Standardwert möglich ist, sofern die Energieversorgung und die Abfuhr der zusätzlichen Abwärme sichergestellt ist. Bedenken Sie, dass sich Spannungserhöhungen exponentiell, also bei jeder Anhebung stärker als bei der vorherigen auf die Leistungsaufnahme auswirken. Die Kunst ist es daher, einen Kompromiss aus CPU-Spannung und CPU-Takt zu finden, um eine Alltagstauglichkeit sicherzustellen.

Viele Hersteller implementieren im BIOS Funktionen, um Spannungsschwankungen, die beim Wechsel von Leerlauf zu (Voll-) Last auftreten, auszugleichen. Hier gibt es zwei Varianten: Der bloße Unterschied zwischen BIOS-Wert und tatsächlich anliegender Spannung (Vdrop) sowie lastabhängige Schwankungen (Vdroop). Das Phänomen Vdro(o)p ist bei einem Mainboard üblicherweise umso stärker ausgeprägt, je energiehungriger die verwendete CPU ist. Im Gegensatz zur bisweilen anzutreffenden Meinung ist ein Spannungsabfall beim Lastwechsel kein Hinweis auf eine minderwertige Spannungsversorgung, sondern soll sicherstellen, dass die Stromstärke innerhalb der CPU nicht überhandnimmt, wenn unter Last die Temperatur steigt. Bei gleicher Spannung steigt nämlich die Stromstärke mit der Temperatur. Bei dem Versuch, Übertakter mit einer konstanten CPU-Spannung zufriedenzustellen, schießen die Hersteller oft über das Ziel hinaus. Deutliche Spannungsanstiege beim Wechsel vom Leerlauf zu (Voll-)Last sind die Folge, weshalb auch Übertakter oftmals auf der sichereren Seite sind, wenn sie sich mit dem Spannungsabfall ohne Anti-Vrdo(o)p-Funktion arrangieren und im Ausgleich die CPU-Spannung um ein, zwei Stufen weiter anheben.

Je nach BIOS können Sie entweder die Spannung direkt oder Offset-Werte, also lediglich die Abweichung von der Standardspannung, eintragen. Befindet sich die gewählte CPU-Spannung außerhalb des für den jeweiligen Prozessor üblichen VID-Bereiches, ist es zudem möglich, dass der maximale VID-Wert zwar formal eingehalten wird, dazu aber ein Offset-Wert draufgeschlagen wird.

CPU-PLL-Spannung

Diese Spannung unterscheidet sich je nach Plattform recht deutlich. Bei Sockel-AM3-Systemen sind 2,5 Volt die Untergrenze, was bei einem Sockel-1156-System einer Anhebung um 0,7 Volt entsprechen würde. Der Nutzen dieser Spannung ist generell recht gering

und allenfalls für Feintuning interessant – falls überhaupt ein positiver Effekt zu erkennen ist. Falls im BIOS die CPU-PLL-Spannung nicht aufgeführt ist, kann sie auch einen deutlich anderen Namen tragen, beispielsweise CPU VDDA Voltage bei AMD-Platinen.

FSB-(Terminations-)/VTT-Spannung

Wie der Name dieser Spannung schon vermuten lässt, wirkt sich ein Anheben positiv auf das OC-Potenzial des FSB-Takts aus, da sie die Leitungen zwischen CPU und Chipsatz-Northbridge betrifft. Berichte von Defekten, die mutmaßlich durch diese Spannung nach kürzerer Zeit verursacht wurden, häufen sich ab einem Wert von 1,45 Volt. Bleiben Sie daher im Alltag nach Möglichkeit mit 45-nm-CPUs bei maximal 1,35 Volt. 65-nm-CPUs laufen standardmäßig mit einer höheren FSB-Spannung, weshalb sie nicht ganz so stark gefährdet sind. Core-2-Quad-CPUs steigen häufig schon bei 450 bis 500 MHz aus, denn auch eine höhere FSB-Spannung ist kein Allheilmittel.

RAM-Spannung (VDimm)

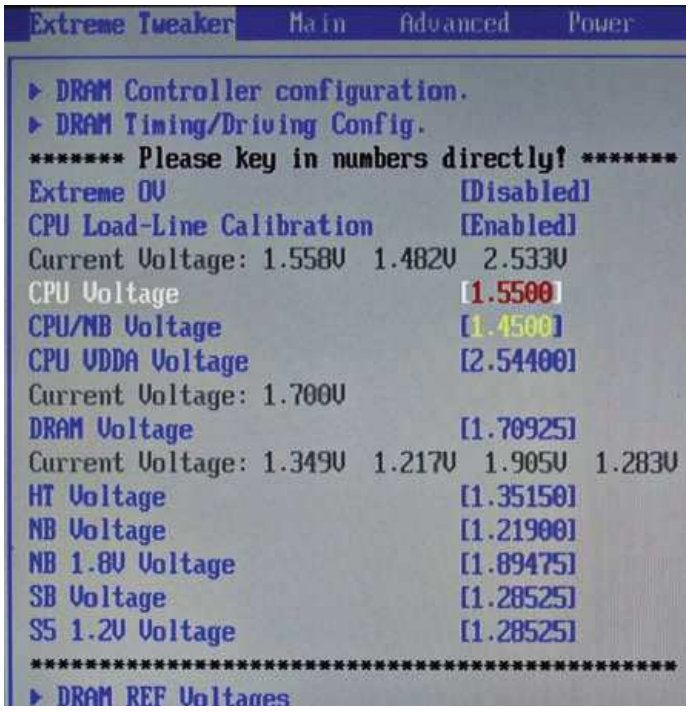
Diese Spannung ist für hohe Speichertaktraten und aggressive Timings gleichermaßen hilfreich. Die Standardwerte gemäß der JEDEC-Spezifikation sind 1,5 Volt für DDR3-RAM und 1,8 Volt für DDR2-Module. Waren Overclocking-Module von den Herstellern früher häufig für 2,2 bis 2,4 Volt (DDR2) und 1,9 bis 2,1 Volt (DDR3) freigegeben, so hat sich dies mit der Einführung der Core-i7-Modellreihe zumindest im DDR3-Bereich geändert. Der Grund hierfür ist die Intel-Empfehlung, die Module nicht mit mehr als 1,65 Volt zu versorgen, um den in der CPU liegenden Speichercontroller nicht zu gefährden. In der Praxis scheint es eher darauf anzukommen, dass die Differenz zwischen der Uncore- und der RAM-Spannung nur rund 0,5 Volt und nicht wesentlich mehr beträgt. Ähnliches galt bereits zu Zeiten der K8-CPUs, die durch zu hohe Speicherspannungen (Teil-) Defekte erleiden konnten. Der Trend zu genügsamem RAM ist auch für Phenom-II-Besitzer positiv, obwohl diese Prozessoren eher durch die allgemein höheren DDR2-Spannungen gefährdet sind, falls dieser Speichertyp verwendet wird.

Bei den Speicherchips ist es modellabhängig, welche Spannungswerte noch als unbedenklich angesehen werden können. Die bei Übertaktern beliebten D9GKX/D9GMH-Speicherbausteine von Micron auf DDR2-RAM sind dafür bekannt, erst mit höheren Spannungen ihr ganzes Potenzial zu entfalten. Erfahrungsberichte in Foren weisen allerdings darauf hin, dass auch bei aktiver Kühlung ab etwa 2,3 Volt die Ausfallrate deutlich zunimmt – kein Wunder, schließlich handelt es sich hier um eine 30-prozentige Spannungserhöhung gegenüber der JEDEC-Vorgabe. Ähnliches gilt für die DDR3-Pendants Micron D9GTR und D9GTS, die ein ähnliches Verhalten ab rund 2 Volt zeigen. Doch diese Chips gehören bereits zur alten Garde und stehen nicht mehr so hoch in der Übertaktergunst wie die DDR3-Speicherbausteine von Elpida, die bei niedrigeren Spannungen deutlich besser abschneiden. Die Varianten BBSE und MGH-E-Hyper, der Nachfolger der defektanfälligen MNH-E-Hyper, sind meist auf Modulen zu finden, die für 1,65 Volt freigegeben sind, und erreichen mit dieser Spannung bereits so hohe Taktraten, dass Sie einen sehr guten Speichercontroller und einen angehobenen Referenztakt benötigen, um diese auszureizen. Mehr als 1,65 Volt sollten Sie nur dann verwenden, wenn Sie auf der Jagd nach Benchmark-Rekorden sind, denn minimal niedrigere Latenzen sind das höhere Defektrisiko im Alltag nicht wert.

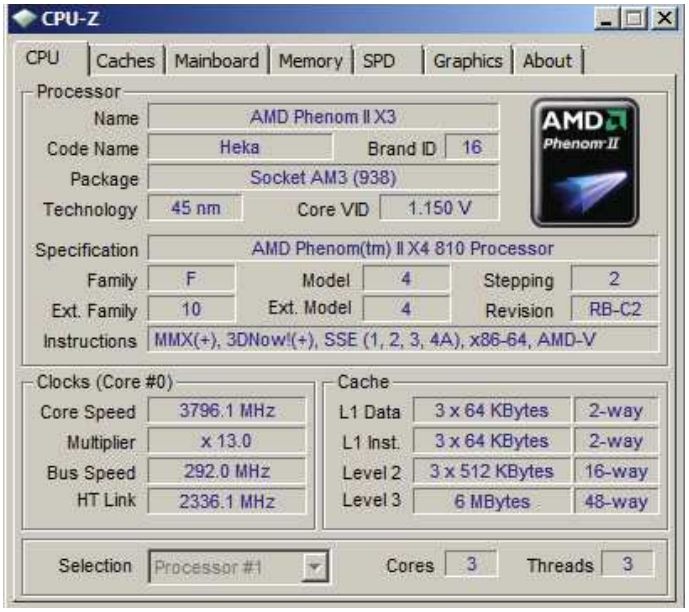
Eine Besonderheit stellen Speicherkits dar, deren Chips nur in einem bestimmten Spannungsbereich gut funktionieren und bei angehobenen Spannungen kein verbessertes Tuning-Potenzial aufweisen. In seltenen Fällen statten Hersteller ihre Module sogar mit Schutzmechanismen aus, die verhindern, dass bestimmte Spannungswerte überschritten werden, auch wenn die BIOS-Einstellung etwas anderes suggeriert. Vorsicht: Bei vielen Mainboards fällt die tatsächlich anliegende Arbeitsspeicherspannung (teils deutlich) höher aus als der eingetragene BIOS-Wert.

RAM-Referenz-Spannung

Die Referenzspannung des Arbeitsspeichers fristet ein Schattendasein, obwohl sie einen großen Einfluss auf die Stabilität des Systems hat. Üblicherweise liegt sie bei der Hälfte der RAM-Spannung, was sich einfach erklären lässt, wenn man sich ihre Funktion vor Augen führt. ▷



Optimalerweise werden im BIOS nicht nur hohe Spannungswerte in Signalfarben dargestellt, sondern auch die ausgelesenen Werte zusätzlich aufgeführt.



Achten Sie darauf, ob CPU-Z lediglich die „Core VID" anzeigt. Dann kann es nämlich sein, dass ein Offset-Wert (hier: +0,300 Volt für 1,450 Volt) nicht berücksichtigt wird.

Sonderfall GTL-Spannung

Intel setzt beim Sockel 775 auf einen Frontside Bus (FSB) und die etwas modifizierten Signalisierungstechnik Gunning Transceiver Logic (GTL).

Im BIOS von guten Sockel-775-Mainboards finden sich Einträge für CPU-GTL- und Northbridge-GTL-Werte, bisweilen getrennt nach Daten- und Adressbus. Meistens handelt es sich um einen Multiplikator (zum Beispiel „0,67X") oder um einen Offset-Wert (zum Beispiel „+50mV"). Die GTL-Spannung beträgt standardmäßig zwei Drittel der FSB-Spannung, also rund 0,8 Volt. Sie ist dafür zuständig, dass Logikpegel von Taktflanken fehlerfrei voneinander abgegrenzt werden können. Durch GTL-Tuning können Sie stabilere Ergebnisse bei niedrigeren Spannungen erreichen. Bei Quadcores helfen oft höhere Werte, bei Dualcores niedrigere. Die Idealwerte unterscheiden sich von System zu System.

Das, was in der Theorie eine digitale 0 oder 1 darstellt, hängt von der Fähigkeit ab, den Anstieg und Abfall von Signalflanken fehlerfrei zu erkennen. Die Referenzspannung definiert die einzelnen Signalperioden beim Flankenwechsel. Bei einer symmetrisch aufgebauten Kurve ist es sinnvoll, die Trennung zwischen zwei Zuständen genau an der Stelle zu markieren, an der eine Flanke der Kurve die Hälfte der Amplitude, also der maximalen Auslenkung, erreicht hat. Da die Signalperioden umso kürzer sind, je häufiger der Flankenwechsel bei höheren Taktraten stattfindet, bieten die Nachfolger von DDR(1)-RAM Techniken, bei denen nicht nur die Referenzspannung zur korrekten Erkennung von Signalperioden herangezogen wird, sondern auch die Wechselwirkung von gegenläufigen Flanken, was kleine Laufzeitunterschiede abschwächt.

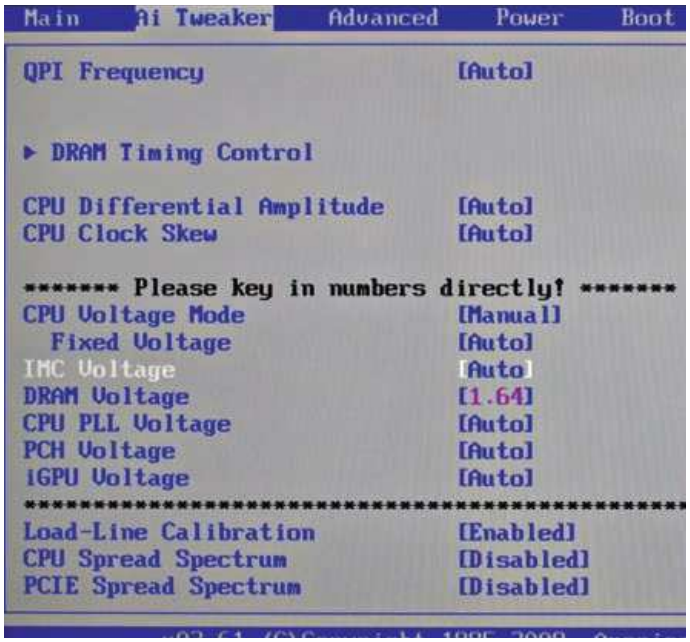
Aus diesem Grund muss die RAM-Referenzspannung mittlerweile nur noch in sehr seltenen Fällen manuell justiert werden. Die automatische Voreinstellung funktioniert meistens einwandfrei. Korrekturen können allerdings dann erforderlich sein, wenn die RAM-Spannung beispielsweise per Voltmod stark manipuliert wird oder eine degradierte Kurve vorliegt, deren Flanken eine atypische Form angenommen haben. Fehlerhafte Einstellungen bei den Optionen „Clock Skews“ oder „Drive Strength“ können somit unter Umständen etwas abgemildert werden. Je nach System liegt der Idealwert etwas ober- oder unterhalb der halben RAM-Spannung, weshalb Sie selbst experimentieren müssen. Wie hoch die RAM-Spannung ausfällt, müssen Sie meist gar nicht im Kopf haben, da im BIOS üblicherweise nur Offset-Werte einstellbar sind.

Uncore-Spannung

Die Uncore-Spannung betrifft die Teile des Intel-Prozessors, die nicht von der eigentlichen Kernspannung erfasst werden. Dazu zählen der L3-Cache und der integrierte Speichercontroller. Mit Anhebungen können Sie nicht nur höhere Uncore-Taktraten erreichen, sondern auch hohe RAM-Taktfrequenzen stabilisieren. Tückisch bei dieser Spannung: Auch wenn sie ebenfalls zerstörerische Folgen für den Prozessor haben kann, wirkt sich eine Anhebung nicht so stark auf die Abwärme aus wie die Kernspannung. Beachten Sie, dass die Uncore-Spannung im BIOS meist „QPI/VTT Voltage“ oder „IMC Voltage“ heißt.

CPU-Northbridge-Spannung

Hierbei handelt es sich um das AMD-Äquivalent zur Uncore-Spannung. Wenn Sie zum Ausreizen des Systems den Northbridge-Takt stark anheben möchten, empfiehlt sich die Anhebung dieser Spannung nicht. Auch RAM-Overclocking kann in geringem Maße von dieser Spannung profitieren. Die „Auto“-Einstellung ist nur scheinbar optimal, denn bei vielen Platinen wird diese Spannung kräftig angehoben, wenn höhere Speicherteiler wie 3:10 oder 1:4 ausgewählt sind. 1,2 bis 1,3 Volt reichen allerdings auch bei übertakteten Phenom-II-CPUs fast immer aus.



Bei Verwendung einer Clarkdale-CPU können Sie durch das Anheben der „iGPU Voltage“ die integrierte 45-nm-Grafikeinheit etwas besser übertakten.

Northbridge-Spannung

Auf der Jagd nach einem hohen Systemtakt spielt diese Spannung eine wichtige Rolle, vor allem bei der klassischen FSB-Architektur, wie sie noch bei Sockel-775-System anzutreffen ist. Besonders kritisch ist hier, dass der Speichercontroller noch nicht in der CPU(-Northbridge), sondern in der Chipsatz-Northbridge liegt. Ein hoher FSB-Takt ist umso schwieriger zu realisieren, je anspruchsvoller die RAM-Einstellungen ausfallen. Bei Sockel-775-Mainboards können Sie bei gleichbleibenden FSB-Taktraten unter Umständen schnellere Strap-Einstellungen stabil betreiben, in der Northbridge liegende Grafikeinheiten lassen sich nach einer Anhebung der Northbridge-Spannung meist ebenfalls besser übertakten. Problematisch an dieser Spannung ist, dass durch die Position der Northbridge zwischen CPU und Grafikkarte zusätzliche Abwärme kaum abgeführt werden kann, sodass auch kleinere Anhebungen die meist relativ kleinen Kühlkörper an ihre Grenzen treiben. Tasten Sie sich daher am besten schrittweise heran und prüfen Sie, ob sich die gewünschten Ergebnisse erreichen lassen. Gerade bei Quadcore-CPUs limitiert auf neueren Sockel-775-Platinen selten die Northbridge, sondern die sogenannte FSB-Wand der CPU.

Southbridge-Spannung

Die Southbridge-Spannung hat meist keinen spürbaren oder lediglich einen geringen Effekt auf den maximalen FSB-/Referenztakt. Da die Southbridge und das Sockel-1156-Gegenstück, der Platform Controller Hub (PCH), meist nur von einem sehr kleinen Kühlkörper bedeckt sind und häufig von darüber liegenden Grafikkarten die Frischluftzufuhr eingeschränkt wird, sollten Sie hier auch keine unnötigen Experimente wagen. In Einzelfällen wurde schon berichtet, dass eine höhere Southbridge-Spannung Probleme bei Dateizugriffen auf Festplatten beheben kann. Falls Sie also beim Übertakten Probleme mit Komponenten feststellen, die an der Southbridge angeschlossen sind, kann eine Erhöhung um 0,05 bis 0,1 Volt vielleicht helfen. Zu diesen Komponenten zählen unter anderem SATA-Geräte, der LAN-Anschluss und die Audio-Einheit.

HT-Link-Spannung

Diese Spannung steht nur bei AMD-Systemem zur Verfügung. Da das gesamte Hypertransport-Konzept eher auf niedrige Latenzen und Effizienz als auf extrem hohe Datendurchsätze ausgelegt ist, werden Sie im Normalfall selbst in Benchmarks keine nennenswerten Vorteile sehen, wenn Sie den HT-Takt anheben. Belassen Sie die HT-Link-Spannung daher am besten auf dem Standardwert und senken Sie den Multiplikator, wenn Sie eine CPU ohne nach oben offenen Multiplikator übertakten möchten. Falls Sie allerdings den maximalen Referenztakt erreichen wollen, den das System hergibt, ist eine Anhebung um 0,1 bis 0,2 Volt nach unserer Erfahrung manchmal hilfreich.

PCI-Express-Spannung

Eine Anhebung dieser Spannung kann unter Umständen helfen, einen höheren PCI-E-Takt zu erreichen. Taktraten über 120 MHz führen allerdings meist dazu, dass angeschlossene SATA-Festplatten nicht mehr erkannt werden, was den Praxisnutzen stark einschränkt. Manche Übertakter verwenden daher eine PATA-Festplatte, mit der höhere Werte möglich sind. Da sich durch eine zu hohe PCI-E-Spannung verursachte Defekte nur selten erahnen lassen, raten wir dazu, diese Spannung unangetastet zu lassen.

Nforce-200-SLI-Spannung

Bei Mainboards wie dem X58 3X SLI Classified E759 von Evga, die es ermöglichen, die Spannungsversorgung von Nvidias Zusatzchip Nforce 200 SLI zu beeinflussen, können Sie mit einer niedrigeren Spannung wie üblich die Abwärme und Leistungsaufnahme reduzieren. Falls Sie die zusätzlichen PCI-E-Lanes, die der Chip zur Verfügung stellt, nicht benötigen, sollten Sie sogar die Möglichkeit ins Auge fassen, den Nforce 200 SLI durch eine deutliche Absenkung gleich ganz zu deaktivieren. Spannungen unterhalb von 0,75 Volt sollten hier zum Erfolg führen. Diese Maßnahme kann helfen, den Referenztakt des Systems noch etwas stärker anzuheben. *(sw)*

ASUS®

Inspiring Innovation • Persistent Perfection

REPUBLIC OF GAMERS

I RULE MY GAME

Exklusive Features der ROG Matrix Serie

Die R.O.G. MATRIX5870 mit ATI Radeon 5870 Chipsatz und 2GB GDDR5 spricht Overclocker und Hardcore Gamer an. Die Grafikkarten verfügen alle über die exklusive Super Hybrid Engine.

Diese ASUS exklusive Entwicklung sorgt für 15 Prozent weniger Lautstärkeentwicklung bei gleichzeitig 14 Prozent mehr Leistungsfähigkeit und ermöglicht dadurch ein stabileres Übertakten.

Dabei wird über fünf verschiedenfarbige LEDs die Auslastung der Karten angezeigt. So kann der Anwender je nach Bedarf reagieren und weiß schon im Vorfeld, wann er gefährliche Grenzwerte erreicht.

Großes Kino - kleiner Preis

Großartiges Multimediavergnügen garantieren auch die neuen Grafikkarten der EAH5550 Serie. Beide basieren auf ATIs Radeon Grafikprozessor.

Die EAH5550 (LP) im Low-Profile Design passt auch in sehr kleine Gehäuse und eignet sich dank Hardware Beschleunigung von DVD und Blu-ray Playback mit echtem High Definition ideal für Home Theater PCs.

Die EAH5550 SILENT ist mit einem passiven Lüfter ausgestattet und ist dadurch im laufenden Betrieb absolut geräuschlos und bietet ebenfalls alle Features der aktiv gekühlten Variante.

Beide Karten in limiterter Aulage werden mit einem 10%-Gutschein für das brandneue ‘Battlefield: Bad Company 2’ ausgeliefert.

ATI RADEON PREMIUM GRAPHICS

CORSAIR
corsair.com

HYDRO SERIES

AIR SERIES

Deine CPU wird jetzt noch kühler.

Brilliantes Design, damit Deine CPU die kühlste CPU wird.

Corsair bietet Auswahl

Corsair macht den CPU-Kühlerwechsel einfach. Direkt-Kontakt-Heatpipes wie bei der AIR-Serie, oder die geschlossenen Kreisläufe der HYDRO-Serie Flüssigkeits-Kühler – Corsair CPU Kühler sind immer die Richtigen.

Corsair bietet beste Preis/Leistung: Die Air-Serie™

Die AIR-Serie bietet beste Leistung zum attraktiven Preis. Der mit einem Lüfter bestückte A50 ist der ideale Ersatz für einen Standard CPU-Kühler, während der A70 mit seinen zwei 120mm Lüftern noch mehr Leistung für den Gamer und Overclocker bietet.

Corsair bietet Hochleistung: Die Hydro-Serie™

Corsairs Hydro-Serie treibt die Kühlung noch weiter, Dank leiser Effizienz. Der erfolgsgekrönte H50 nutzt einen 120mm Lüfter und Standard-Radiator und schlägt die meisten Luftkühler. Der neue H70, mit seinem doppelt so dicken Radiator und zwei Lüftern im Push-Pull-Design, geht noch einen Schritt weiter, um maximal zu kühlen. Die ideale Wahl, um den PC an seine Grenze zu betreiben oder einfach einen ruhigeren PC sein Eigen zu nennen.

Corsair ist kompatibel

Egal ob Du einen Intel oder AMD Prozessor nutzt, Corsair deckt alles ab. Alle Corsair CPU-Kühler kommen mit Befestigungen sowohl für Intel LGA775, LGA1156 und LGA1366 Sockel, als auch für AMD AM2/AM3. Einfache Schritt für Schritt-Anleitungen sind enthalten. Egal welche CPU Du möchtest, Corsair hat was Du brauchst.

Corsair CPU Kühler. Entwickelt für Dich. Mehr unter: corsair.com/cooling

WIR HABEN EINE KOMPLETTE LINIE VON PRODUKTEN UND ZUBEHÖR VERFÜGBAR, DAMIT DEIN NÄCHSTER PC DEIN BESTER PC WIRD

GEHÄUSE | SPEICHER | NETZTEILE | SSDs | USB STICKS

ALTERNATE | ARLT COMPUTER | ATELCO Computer www.atelco.de | CONRAD | DiTech | digitec.ch | HOH.de | K&M Elektronik AG www.kmelektronik.de